

ระบบควบคุมหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
DEVELOPMENT OF AN INTERNET-BASED LIGHTING CONTROL SYSTEM
THROUGH A WEB APPLICATION



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
DEVELOPMENT OF AN INTERNET-BASED LIGHTING CONTROL SYSTEM
THROUGH A WEB APPLICATION



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2567

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

DEVELOPMENT OF AN INTERNET-BASED LIGHTING CONTROL SYSTEM

THROUGH A WEB APPLICATION

ผู้จัดทำ

- | | | | |
|---|-------------|-------------|----------|
| 1 | นายธนภัทร์ | วิเชียรพงษ์ | 64010330 |
| 2 | นายเมทนี | เวศพันธ์ุ์ | 64010704 |
| 3 | นายอภิภัทร์ | ทองประชาญ | 64010974 |

.....
(ดร.พีระเมศวร์ โชติทวีกิจญาดา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์เรื่อง “ระบบควบคุมหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีหากไม่ได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากดร.พีระเมศร์โชติกวิจิฎาตาที่กรุณาให้คำแนะนำคำปรึกษาและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ระหว่างการจัดทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และประสบการณ์ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวที่ให้ความรักความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญเสมอมา และที่สำคัญคือสนับสนุนให้โอกาสทางด้านการศึกษามีค่ายิ่งแก่ผู้จัดทำ

นาย ธนภัทร วิเชียรพงษ์
นาย เมทนี เวศพันธ์
นาย อภิภัทร์ ทองประชาญ
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตโดย
ควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
DEVELOPMENT OF AN INTERNET-BASED LIGHTING CONTROL
SYSTEM THROUGH A WEB APPLICATION

โดย นายธนภัทร วิเชียรพงษ์ 64010330
นายเมทธิ เวศพันธ์ุ 64010704
นายอภิภัทร์ ทองประชาญ 64010974

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.พีระเมศร์ โชติกรวิจิฎาดา

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันการพัฒนาของเทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทางคณะผู้จัดทำจึงอยากนำเทคโนโลยีมาปรับใช้กับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ดังนั้นจึงต้องการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ตรงกับวัตถุประสงค์การใช้งานของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิต โดยการสร้างระบบควบคุมหลอดไฟนี้ขึ้นมา ทางคณะผู้จัดทำมีความต้องการที่จะสร้างนวัตกรรมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ด้วยการใช้อินเทอร์เน็ตในการควบคุมระบบการทำงานให้ระบบทำงานตามที่ต้องการ โดยการเชื่อมต่อกับระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถสั่งงานได้ตลอดเวลา ในการป้อนคำสั่งในการทำงานเบื้องต้น คือ การปรับเพิ่มหรือลดกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีการแสดงผลการทำงานแบบเรียลไทม์ในระบบเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ ESP32-WROOM-32 และ Raspberry Pi 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

In the modern era, technological advancements are rapidly progressing, driving the need to integrate technology into daily life. The objective of this project is to develop an innovative system that enhances user convenience and operational efficiency. This study focuses on designing a smart lighting control system utilizing internet-based technology to manage household electrical appliances. The system enables remote operation through a web application, allowing users to control the lighting system anytime and anywhere. The primary functionality includes adjusting the electric current to regulate brightness levels as required. Additionally, the system provides real-time status updates through the web application. To ensure seamless integration and optimal performance, the system connects the web application using ESP32-WROOM-32 and Raspberry Pi 4, facilitating efficient and reliable device management.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1	
บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์งาน	2
บทที่ 2	
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน	3
2.1.1 ฝั่งผู้ใช้งาน	3
2.1.2 ฝั่งเซิร์ฟเวอร์	3
2.1.3 ความปลอดภัยของระบบ	3
2.2 โครงการที่เกี่ยวข้อง	4
2.2.1 ระบบบ้านอัจฉริยะ	4
2.2.2 ระบบเรือนกระจกปลูกกล้วยาโดยใช้ ESP32	6
2.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	8
2.3.1 อุปกรณ์ ESP32	8
2.3.2 Raspberry Pi 4	11
2.4 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง	12
2.4.1 โปรแกรม Arduino IDE	12
2.4.2 โปรแกรม Visual Studio Code	13
2.4.3 โปรแกรม pgAdmin4	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 หลักการเขียนโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง	14
2.5.1 ภาษา Python	14
2.5.2 ภาษา C++	15
2.5.3 ภาษา HTML	15
2.5.4 ภาษา JavaScript	16
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำปฏิญานินท์	
3.1 การออกแบบ	17
3.1.1 การออกแบบการทำงานภาพรวมของระบบ	17
3.1.2 แผนผังการทำงานภาพรวมของระบบ	18
3.2 ขั้นตอนการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน	20
3.2.1 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเบื้องต้น	20
3.2.2 เว็บแอปพลิเคชันในส่วน Dashboard	20
3.2.3 เว็บแอปพลิเคชันในส่วน Analytics	21
3.2.4 เว็บแอปพลิเคชันในส่วน Devices	22
3.2.5 เว็บแอปพลิเคชันในส่วน Activity	22
3.3 ขั้นตอนการสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน	23
3.3.1 Dashboard	23
3.3.2 Analytics	23
3.3.3 Devices	24
3.3.4 Activity Log	24
3.3.5 Setting	25
3.4 การเขียนโค้ดในการสร้างระบบเว็บแอปพลิเคชัน	26
3.4.1 โค้ดในการควบคุมหลอดไฟ	26
3.4.2 โค้ดในส่วน Analytics	27
3.4.3 โค้ดในส่วน Dashboard	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.4 โค้ดในส่วน Devices	28
3.4.5 โค้ดในส่วน Log Activity	28
3.4.6 โค้ดในส่วน Setting	29
3.5 การออกแบบและสร้างโคมไฟ	30
3.5.1 ออกแบบโคมไฟส่วนที่ 1 ในโปรแกรม Shapr3D	30
3.5.2 ออกแบบโคมไฟส่วนที่ 2 ในโปรแกรม Shapr3D	30
3.5.3 ส่วนประกอบที่สร้างขึ้นส่วนที่ 1	31
3.5.4 ส่วนประกอบที่สร้างขึ้นส่วนที่ 2	31
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน	32
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของหลอดไฟ	32
4.2.1 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีขาว)	32
4.2.2 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีขาว)	33
4.2.3 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีแดง)	33
4.2.4 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีแดง)	34
4.2.5 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีน้ำเงิน)	35
4.2.6 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีน้ำเงิน)	35
4.2.7 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีเขียว)	36
4.2.8 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีเขียว)	36
4.3 ผลการทดสอบการปรับเปลี่ยนค่าสกุลเงินและการคำนวณ	37
4.3.1 หน้าเว็บแสดงค่าเงิน THB	37
4.3.2 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน THB	37
4.3.3 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน THB	38
4.3.4 หน้าเว็บแสดงค่าเงิน USD	38
4.3.5 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน USD	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.6 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน USD	39
4.3.7 หน้าเว็บแสดงค่าเงิน EUR	40
4.3.8 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน EUR	40
4.3.9 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน EUR	41
4.4 ผลการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันในหน้า Dashboard	41
4.4.1 กราฟแสดงผลข้อมูลการใช้งานล่าสุดของอุปกรณ์	41
4.5 ผลการทำงานของ Request-response	42
4.5.1 การแสดงผลของ Log บนหน้าเว็บ	42
4.5.2 การแสดงผลของ Backend	43
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	43
5.1 สรุปผล	43
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก ก คลิปวิดีโอการทำงานของระบบเว็บแอปพลิเคชัน	46
ภาคผนวก ข ชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานในแต่ละระบบ	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบบ้านอัจฉริยะ	4
2.2 แผนผังวงจร	5
2.3 แผนผังการทำงาน	6
2.4 เรือนกระจกปลูกกล้วยา	6
2.5 การออกแบบระบบเรือนกระจกปลูกกล้วยา	7
2.6 ESP32-WROOM-32	8
2.7 บอร์ด ESP32	9
2.8 บอร์ด Raspberry Pi 4	11
2.9 โปรแกรม Arduino IDE	12
2.10 โปรแกรม Visual Studio Code	13
2.11 โปรแกรม pgAdmin4	14
3.1 Block Diagram การทำงานของระบบ	17
3.2 แผนผังการทำงานภาพรวมของระบบ	18
3.3 เว็บแอปพลิเคชันส่วนของ Dashboard	20
3.4 เว็บแอปพลิเคชันส่วนของ Analytics	21
3.5 เว็บแอปพลิเคชันส่วนของ Devices	22
3.6 เว็บแอปพลิเคชันส่วนของ Activity	22
3.7 Dashboard	23
3.8 Analytics	23
3.9 Devices	24
3.10 Activity log	24
3.11 Setting	25
3.12 โค้ดในการควบคุมหลอดไฟ	26
3.13 โค้ดในส่วน Analytics	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 โค้ดในส่วน Dashboard	27
3.15 โค้ดในส่วน Devices	28
3.16 โค้ดในส่วน Log Activity	28
3.17 โค้ดในส่วน Setting	29
3.18 ออกแบบโคมโพสส่วนที่ 1	30
3.19 ออกแบบโคมโพสส่วนที่ 2	30
3.20 ส่วนประกอบส่วนที่ 1	31
3.21 ส่วนประกอบส่วนที่ 2	31
4.1 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีขาว)	32
4.2 รูปแสดงการทำงานของโคมโพส (ปรับสีขาว)	33
4.3 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีแดง)	33
4.4 รูปแสดงการทำงานของโคมโพส (ปรับสีแดง)	34
4.5 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีน้ำเงิน)	35
4.6 รูปแสดงการทำงานของโคมโพส (ปรับสีน้ำเงิน)	35
4.7 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีเขียว)	36
4.8 รูปแสดงการทำงานของโคมโพส (ปรับสีเขียว)	36
4.9 หน้าเว็บแสดงการใช้ค่าเงิน THB	37
4.10 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน THB	37
4.11 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน THB	38
4.12 หน้าเว็บแสดงการใช้ค่าเงิน USD	38
4.13 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน USD	39
4.14 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน USD	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.15 หน้าเว็บแสดงการใช้ค่าเงิน EUR	40
4.16 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน EUR	40
4.17 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน EUR	41
4.18 กราฟแสดงผลข้อมูลการใช้งานล่าสุดของอุปกรณ์	41
4.19 กราฟแสดงผลข้อมูลการใช้งานล่าสุดเมื่อทำการเลือก 1 กราฟ	42
4.20 การแสดงผลของ Log บนหน้าเว็บ	42
4.21 การแสดงผลของ Backend	43



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่าง ESP8266 กับ ESP32	10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยี IoT ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ทำให้เราสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งสามารถควบคุมได้อุปกรณ์จากระยะไกล

ซึ่งการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้กับกิจกรรมในชีวิตประจำวันนั้นสามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ตรงกับวัตถุประสงค์การใช้งานของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิต คณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นปัญหาการใช้พลังงานมากเกินไปหรือลืมปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงมีความต้องการที่จะสร้างนวัตกรรมเพื่อนำมาใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งคือหลอดไฟ ด้วยการใช้อินเทอร์เน็ตในการควบคุมระบบการทำงานให้ระบบทำงานตามที่ต้องการ เพื่อให้สามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าได้ตลอดเวลา และมีความสะดวกสบายในตั้งค่าอุปกรณ์เป็นเรื่องง่าย โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเรียนรู้การใช้ระบบที่ซับซ้อน

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาการทำงานของ Raspberry Pi และ ESP32
- 2) ศึกษาการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน
- 3) ศึกษาการส่งและรับข้อมูลจากเว็บแอปพลิเคชันเพื่อนำมาประมวลผล
- 4) เพื่อสร้างนวัตกรรมที่ช่วยในการอำนวยความสะดวกสำหรับควบคุมหลอดไฟ

1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์

ปริญญาานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการออกแบบและสร้างระบบควบคุมหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยการสั่งงานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งระบบประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่

1. ระบบรับคำสั่งจากผู้ใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยมี Raspberry Pi เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลและประมวลผล
2. ระบบเก็บข้อมูลจากคำสั่งของผู้ใช้งาน โดยเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล
3. ระบบควบคุมหลอดไฟทั้งหมดในบ้าน
4. ระบบประมวลผลข้อมูล โดยนำสถิติการใช้งานมาคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญาานิพนธ์เรื่องระบบระบบควบคุมหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ได้ทำการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน, การทำแหล่งเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน และการส่งงานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ผู้ที่ต้องการศึกษา สามารถนำรายงานฉบับนี้ไปศึกษาและทำตามได้ ดังนั้นปริญญาานิพนธ์ที่น่าเสนอจึงมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน

2.1.1 ฝั่งผู้ใช้งาน

- ผู้ใช้สามารถเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันผ่านเบราว์เซอร์บนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์
- อินเทอร์เน็ตของเว็บแอปพลิเคชันถูกออกแบบให้รองรับการส่งงาน เช่น เปิด-ปิดอุปกรณ์ และปรับค่ากระแสไฟฟ้าได้ง่าย

2.1.2 ฝั่งเซิร์ฟเวอร์

- Raspberry Pi 4 ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์หลัก ทำการรับคำสั่งจากเว็บแอปพลิเคชัน
- คำสั่งที่ได้รับจะถูกประมวลผลและส่งไปยัง ESP32-WROOM-32 ซึ่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น การปรับค่ากระแสไฟฟ้าของหลอดไฟ
- ใช้ REST API หรือ WebSocket เพื่อรับ-ส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ ทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นสถานะการทำงานของอุปกรณ์ได้ทันที
- ข้อมูลผู้ใช้งานและประวัติการส่งงานถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล เพื่อรองรับการเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง

2.1.3 ความปลอดภัยของระบบ

เพื่อให้ระบบมีความปลอดภัยและเสถียร มีการออกแบบระบบให้รองรับการทำงานที่ปลอดภัยโดยใช้แนวทางดังต่อไปนี้

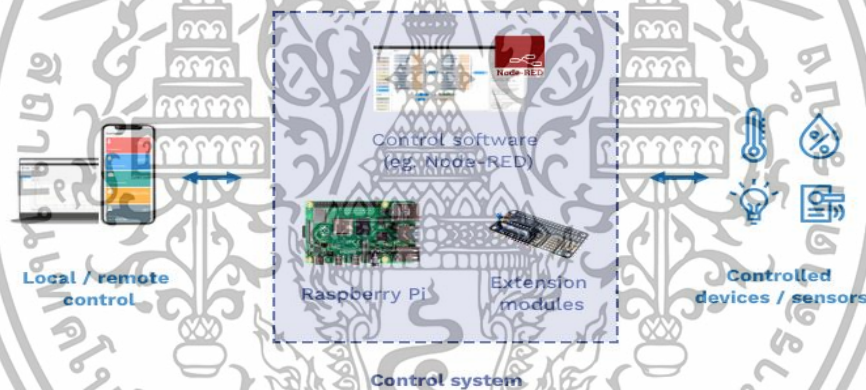
- ใช้ HTTPS และ JWT (JSON Web Token) เพื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาต
- มีระบบ Authentication และ Authorization เพื่อจำกัดสิทธิ์การเข้าถึงของผู้ใช้งาน
- ใช้ Firewall และ Secure API Gateway ในการป้องกันการโจมตีจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โครงการที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ระบบบ้านอัจฉริยะ

ระบบบ้านอัจฉริยะเป็นบทบาทสำคัญในการสร้างเครือข่ายอัจฉริยะ และเป็นที่น่าสนใจอย่างมากเมื่อไม่นานมานี้ การนำ Raspberry Pi เข้ามาใช้ในระบบบ้านอัจฉริยะได้ปรับเปลี่ยนบ้านธรรมดาให้กลายเป็นบ้านอัจฉริยะได้หลายรูปแบบ วัตถุประสงค์หลักของงานในปัจจุบันคือการออกแบบบ้านอัจฉริยะที่สามารถควบคุมและตรวจสอบได้ผ่าน Raspberry Pi โดยใช้เทคโนโลยี IoT สิ่งนี้จะช่วยให้เจ้าของบ้านสามารถสั่งการทำงานอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมของตนได้อย่างง่ายดาย รวดเร็ว และเชื่อถือได้ ระบบนี้ยังสามารถรวมถึงการควบคุมแสงสว่างและอุปกรณ์ต่าง ๆ , ระบบ HVAC (การทำความร้อน การระบายอากาศ และการปรับอากาศ) ระบบความปลอดภัย และอื่น ๆ วัตถุประสงค์หลักคือการเพิ่มความสะดวกสบาย ประสิทธิภาพ ความประหยัดพลังงาน และความปลอดภัย

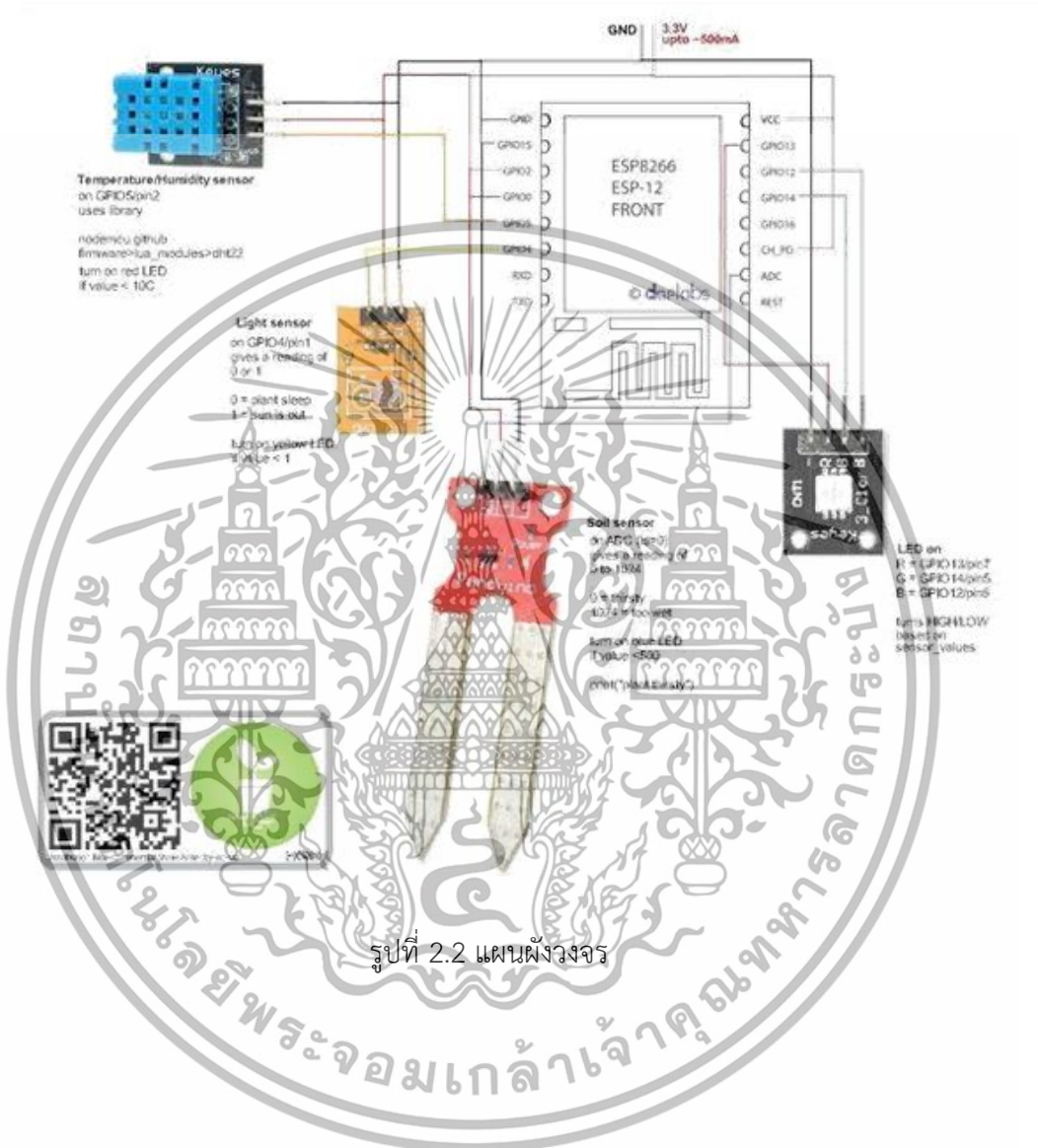


รูปที่ 2.1 ระบบบ้านอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบ

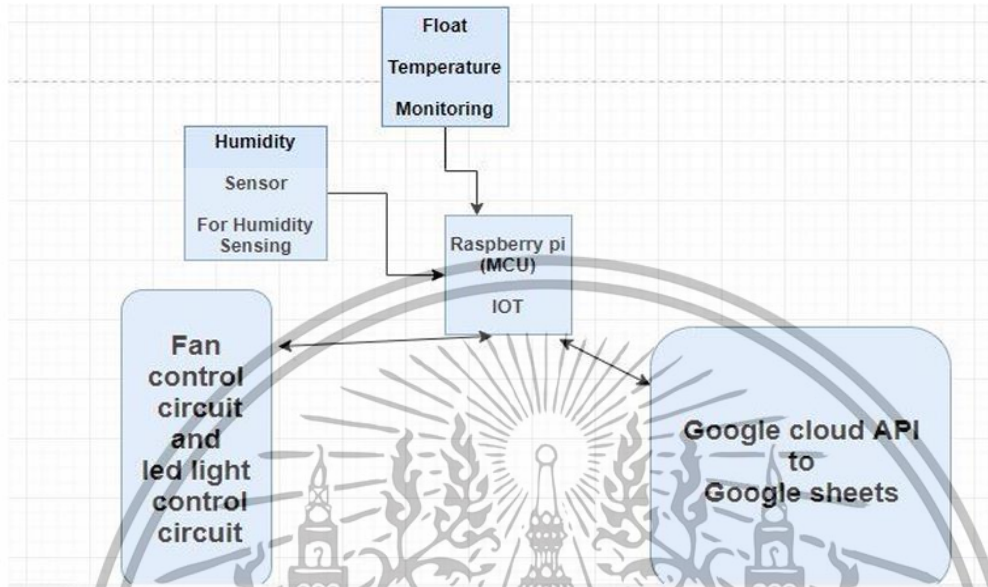
1.แผนผังวงจร



รูปที่ 2.2 แผนผังวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.แผนผังการทำงาน



รูปที่ 2.3 แผนผังการทำงาน

2.2.2 ระบบเรือนกระจกปลูกกัญชาโดยใช้ ESP32

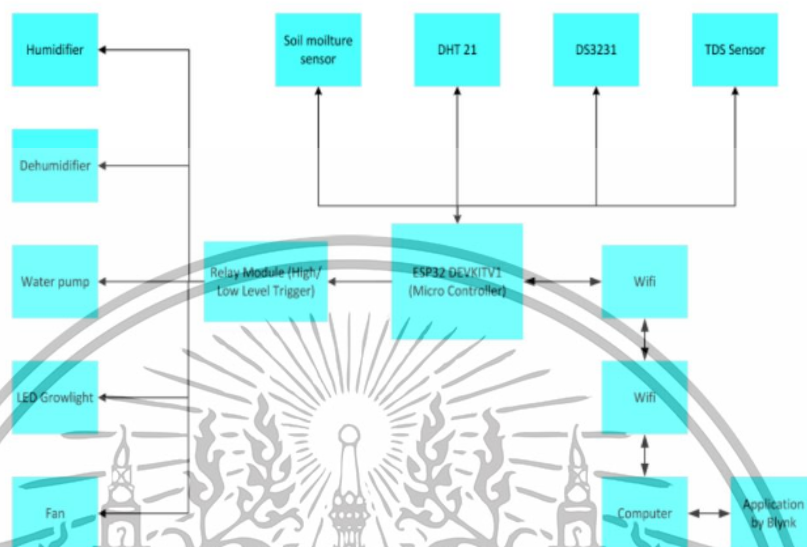
โครงการนี้จะนำเสนอระบบการจัดการเรือนกระจกปลูกกัญชาด้วยเทคโนโลยี IOT โดยระบบควบคุมการเพาะปลูกกัญชาประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในเรือนกระจกและการแสดงสถานะต่าง ๆ ในเรือนกระจก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสง เป็นต้น



รูปที่ 2.4 เรือนกระจกปลูกกัญชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบของเรือนกระจกปลูกกล้วยา แสดงดังรูป



รูปที่ 2.5 การออกแบบระบบเรือนกระจกปลูกกล้วยา

กระบวนการทำงาน

ในการทดสอบการส่งข้อมูลระหว่าง ESP32 DEVKIT V1 กับแอปพลิเคชัน จะต้องเปิดโหมดการเชื่อมต่อ Wi-Fi ของ ESP32 DEVKIT V1 เพื่อสื่อสารข้อมูลตามเวลาไปยังแอปพลิเคชัน โดยการทดสอบการอ่านค่าความชื้นเป็นเปอร์เซ็นต์ภายในกระถางในเรือนกระจก วิธีนี้จะทำให้เซ็นเซอร์สีแดงที่วัดความชื้นในดินอยู่ในตำแหน่งตรงกลางของกระถางมากที่สุด และเซ็นเซอร์ความชื้นในดินควรอยู่ใกล้กับรากของต้นไม้มากที่สุด เมื่อเปิดระบบรดน้ำเป็นเวลา 1 นาทีและเก็บค่าความชื้นในดินที่ตำแหน่งสีแดง จะสังเกตได้ว่าค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นก่อนรดน้ำ

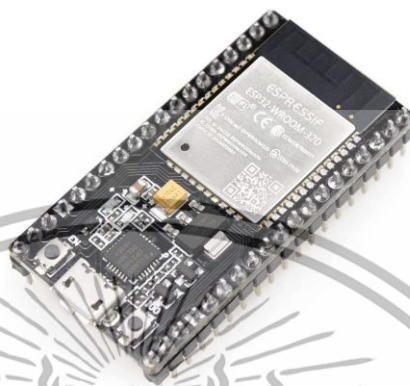
ประโยชน์

1. การออกแบบที่เหมาะสม: ระบบนี้ทำให้การดูแลต้นกล้วยาเป็นเรื่องง่ายละสะดวกสบายมากขึ้น
2. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย: การมีเซ็นเซอร์คอยดูแลควบคุมทำให้ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเพาะปลูกต้นกล้วยา
3. การควบคุมจากระยะไกล: ผู้ใช้สามารถควบคุมการรดน้ำต้นกล้วยาได้จากระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 อุปกรณ์ ESP32



รูปที่ 2.6 ESP32-WROOM-32

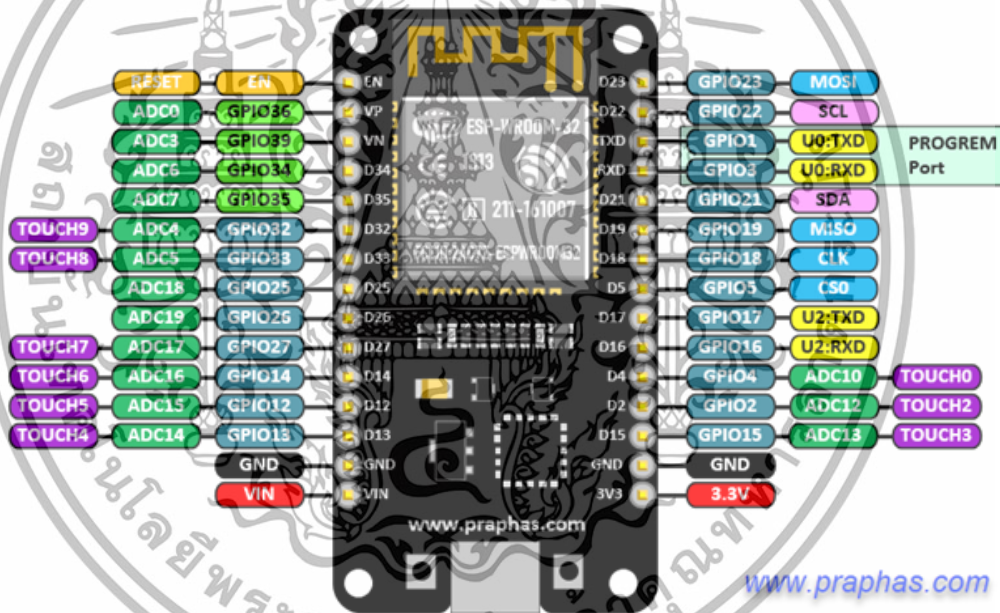
ESP32-WROOM-32 พัฒนาโดยบริษัท Espressif Systems (Shanghai) มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 30 ขา เรียงขาแบบเดียวกับบอร์ด ESP32 DevKit V1 โมดูล Wifi ESP-32 รุ่น ESP-WROOM-32 โมดูล Wifi + บลูทูธ 4.2 + Touch/Temp Sensor ทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160Mhz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash สำหรับอัปโหลดโปรแกรมขนาด 16M มีขา GPIO 30-ขา ความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12 Bit สามารถเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ได้ โมดูลรวม USB TTL และ ESP-32 ไว้ในตัวแล้วคล้ายกับ NodeMCU จึงไม่ต้องบัดกรีหรือต่อวงจรเพิ่ม ติดตั้งบอร์ดใน Arduino-IDE แล้วเสียบสาย USB โปรแกรมได้เลย และใช้ชิปไอซีแปลง USB เป็น UART เบอร์ CP2102 จาก Silicon Labs สามารถเข้าโหมดอัปโหลดโปรแกรมแบบอัตโนมัติโดยใช้วงจรแบบ nodemcu มีรอม 4MB (หรือ 32Mbit) ที่ขา VIN ใช้ไอซีเรกกูเลเตอร์แบบ LDO เบอร์ AMS1117-3.3 รองรับแรงดันไฟฟ้าอินพุต 7-12 V จ่ายกระแสได้สูงสุด 700mA และใช้พลังงานไฟฟ้าและสื่อสารผ่านพอร์ต MicroUSB ได้

สเปคของบอร์ด DOIT ESP32 DevKit V1

- ESP32 ทำงานแบบ Dual Core มี โปรเซสเซอร์ 2 ตัวทำงานได้พร้อมกัน
- มี Wi-Fi และ บลูทูธ 4.2
- ทำงานแบบ 32 บิต
- ความถี่ Clock ความเร็วสูงสุดถึง 240 Mhz
- หน่วยความจำ RAM 512 KB
- มีขาทั้งหมด 30 ขา ข้างละ 15 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Operating Voltage: 3.3 V
- Input Voltage: 7-12 V
- Digital I/O Pins (DIO): 25
- Analog Input Pins (ADC): 6
- Analog Outputs Pins (DAC): 2
- Flash Memory: 4 MB
- Wi-Fi: IEEE 802.11 b/g/n/e/l:
- มีความสามารถอีกหลายหลาย เช่น Capacitive Touch , Hall Sensor, ADCs , DAC , UART , SPI ,I2C และอื่น ๆ



รูปที่ 2.7 บอร์ด ESP32

การนำไปใช้งาน

ESP32 ถูกนำไปใช้งานในหลายรูปแบบ ตั้งแต่การทำ อุปกรณ์สมาร์ทโฮม จนถึงใช้งานในระดับอุตสาหกรรม จากความสามารถในการใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เช่น วัดอุณหภูมิ และความชื้น วัดกระแสไฟฟ้า วัดระยะทาง ต่อกับสวิตช์หรือรีเลย์เพื่อควบคุมการเปิดปิดการทำงานของอุปกรณ์ การส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi เข้า server การแจ้งเตือนผ่าน Line, email และอื่น ๆ อีกมากมาย

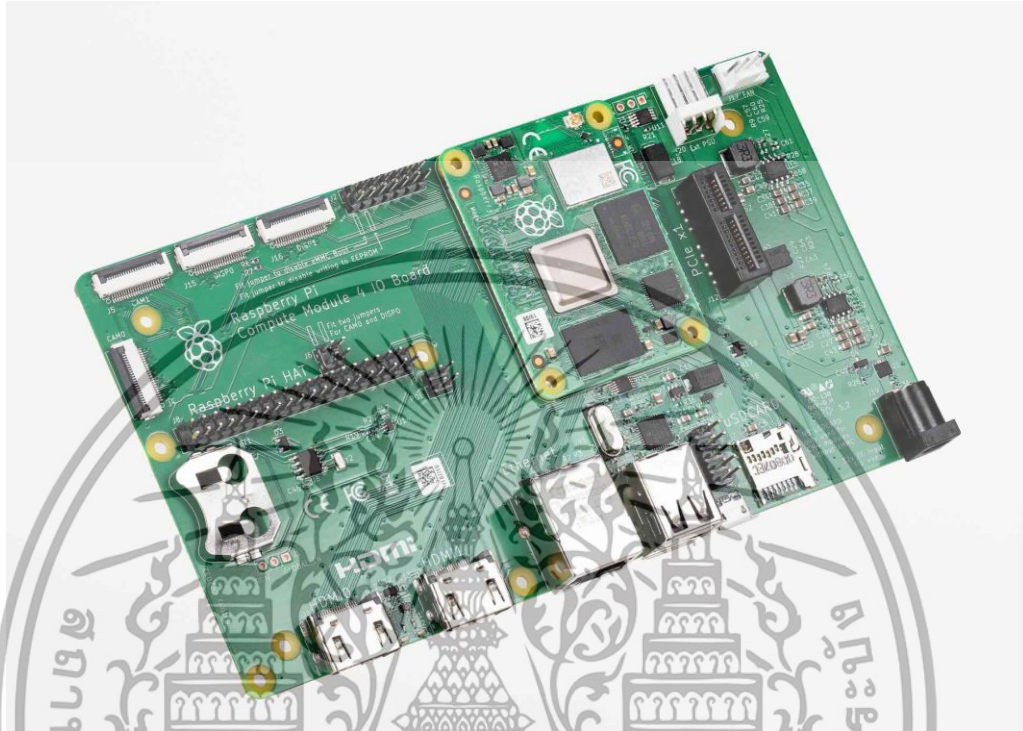
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่าง ESP8266 กับ ESP32

คุณสมบัติ	ESP8266	ESP32
MCU	Single-Core 32bit	Dual-Core 32bit
ความเร็ว(ปกติ / สูงสุด)	80MHz / 160MHz	160MHz / 240MHz
WiFi (802.11b/g/n)	HT20	HT40
Bluetooth	-	4.2 BLE
SRAM	160 kB	512 kB
Flash	SPI Flash up to 16MB	SPI Flash up to 16MB
GPIO	17	36
PWM (Hardware / Software)	0 / 8	1 / 16
SPI / I2C / I2S / UART	2 / 1 / 2 / 2	4 / 2 / 2 / 2
ADC	10 bit	12 bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 Raspberry Pi 4



รูปที่ 2.8 บอร์ด Raspberry Pi 4

Raspberry Pi 4 เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูง ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับงานที่ต้องการประมวลผลมากขึ้น เช่น ระบบ IoT, ระบบควบคุมอัตโนมัติ, AI, และงานด้านเครือข่าย โดยในโปรเจกต์นี้ Raspberry Pi 4 ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ในการรับ-ส่งคำสั่งระหว่างเว็บแอปพลิเคชัน, LINE Chatbot และอุปกรณ์ควบคุม เช่น ESP32

สเปคของ Raspberry Pi 4

- หน่วยประมวลผล Broadcom BCM2711, Quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit @ 1.5GHz
- หน่วยความจำ มีให้เลือก 2GB, 4GB, 8GB LPDDR4-3200 SDRAM
- หน่วยความจำเก็บข้อมูล ใช้ microSD สำหรับระบบปฏิบัติการและการเก็บข้อมูล
- พอร์ต USB 2 x USB 3.0, 2 x USB 2.0
- พอร์ต Ethernet Gigabit Ethernet รองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายความเร็วสูง

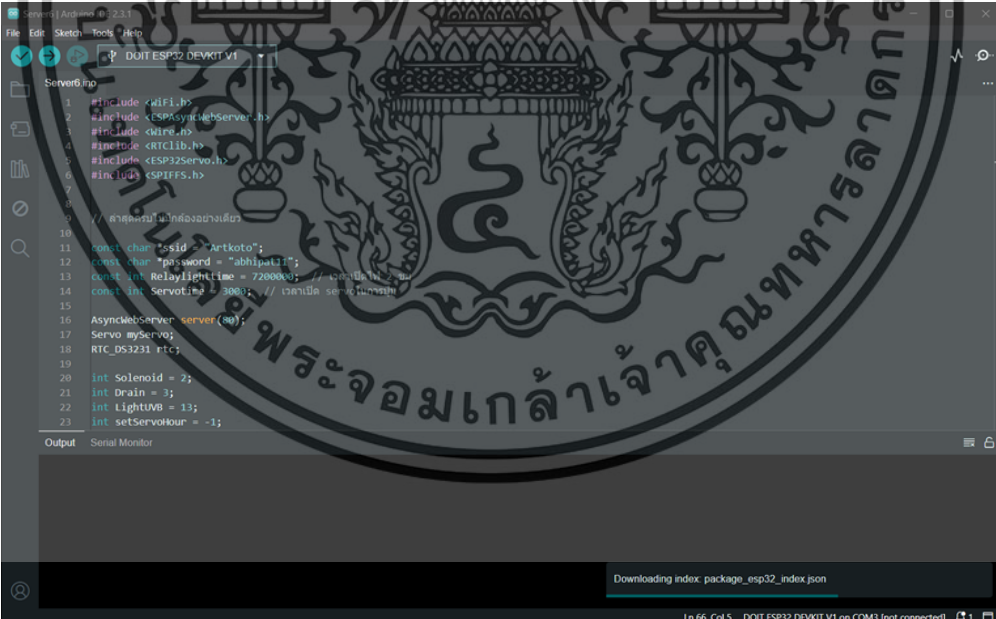
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเชื่อมต่อไร้สาย Wi-Fi 802.11 b/g/n/ac (2.4GHz และ 5GHz), บลูทูธ 5.0
- พอร์ตแสดงผล 2 x micro HDMI (รองรับ 4K)
- พอร์ต GPIO 40 ขา สำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์และอุปกรณ์เสริม
- แหล่งจ่ายไฟ USB-C 5V/3A
- ระบบปฏิบัติการรองรับ Raspberry Pi OS (Raspbian), Ubuntu, Windows IoT Core
การนำไปใช้งาน

Raspberry Pi 4 เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูง รองรับการใช้งานที่หลากหลาย เช่น การศึกษา การพัฒนาโปรแกรม ระบบเครือข่าย และ IoT สามารถใช้เป็น Web Server, File Server, และควบคุมอุปกรณ์อัตโนมัติผ่านอินเทอร์เน็ต ด้วยการรองรับ Wi-Fi, บลูทูธ และ Gigabit Ethernet ทำให้ Raspberry Pi 4 เหมาะสำหรับงานด้าน Smart Home, ระบบเฝ้าระวัง และ Media Center อีกทั้งยังสามารถใช้พัฒนา AI และระบบฝังตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 โปรแกรม Arduino IDE



```

1 #include <WiFi.h>
2 #include <AsyncWebServer.h>
3 #include <RTC.h>
4 #include <RTClib.h>
5 #include <ESP32Servo.h>
6 #include <SPIFFS.h>
7
8
9 // กำหนดมุมในองศาของตัวเซอร์โว
10
11 const char *ssid = "ntkoto";
12 const char *password = "abhipakti";
13 const int Relaypin = 7200000; // กำหนด pin ของรีเลย์
14 const int Servopin = 3000; // เวลาเปิด รีเลย์
15
16 AsyncWebServer server(80);
17 Servo myServo;
18 RTC_DS3231 rtc;
19
20 int Solenoid = 2;
21 int Drain = 3;
22 int Lightpin = 13;
23 int setServoKour = -1;
  
```

Output Serial Monitor

Downloading index: package_esp32_index.json

[Ln 66, Col 5 - DOIT ESP32 DEVKIT V1 on COM3 (not connected)]

รูปที่ 2.9 โปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Arduino IDE เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมและสามารถทำการแปลงไฟล์ดังกล่าวเพื่อนำไปอัปโหลดลงยังบอร์ด Arduino โดยเราสามารถที่จะเลือกใช้โปรแกรมแบบ online IDE หรือ desktop IDE ก็ได้ ซอฟต์แวร์ Arduino (IDE) หรือ Arduino Integrated Development Environment เป็นซอฟต์แวร์แบบเปิดเผยซอร์ซโค้ด (Open Source) ซึ่งง่ายต่อการเขียนโค้ดและการอัปโหลด ของผู้พัฒนาโปรแกรม มีตัวช่วยสำหรับการพัฒนาโปรแกรม ให้มีการตรวจสอบความถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็วมากขึ้นอีกด้วย ซอฟต์แวร์สามารถรองรับระบบปฏิบัติการ Windows, Mac OSX และ Linux ซอฟต์แวร์ Arduino (IDE) นี้สามารถใช้กับบอร์ด ESP32 รุ่นต่าง ๆ ได้หลายรุ่น

2.4.2 โปรแกรม Visual Studio Code



รูปที่ 2.10 โปรแกรม Visual Studio Code

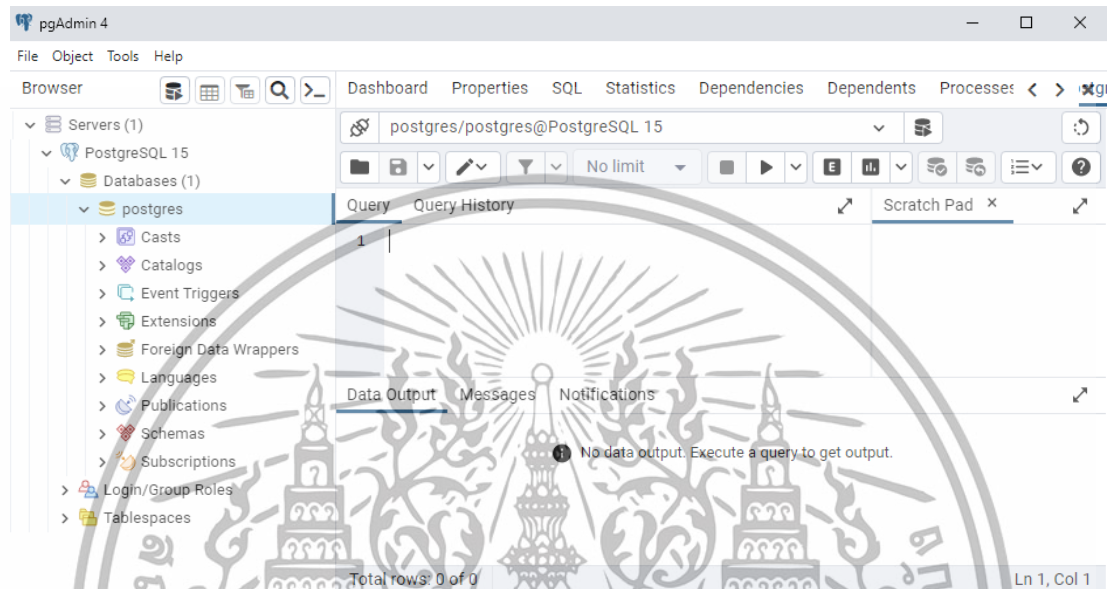
Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด จากค่ายไมโครซอฟท์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ Open Source จึงสามารถนำมาใช้งานได้แบบฟรี ๆ ที่ต้องการความเป็นมืออาชีพ

ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมาก ไม่ว่าจะเป็น 1.การเปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้ง ภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go 2.Themes 3.Debugger 4.Commands

2.4.3 โปรแกรม pgAdmin4



รูปที่ 2.11 โปรแกรม pgAdmin4

pgAdmin 4 เป็นโปรแกรมบริหารจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL ที่ให้ผู้ใช้สามารถจัดการฐานข้อมูลผ่าน Graphical User Interface (GUI) ได้อย่างสะดวก รองรับการสร้างและแก้ไขฐานข้อมูล, การจัดการตารางและข้อมูล, การรันคำสั่ง SQL, และการสำรอง/กู้คืนข้อมูล นอกจากนี้ยังสามารถมอนิเตอร์ประสิทธิภาพของฐานข้อมูล และกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้เพื่อเพิ่มความปลอดภัย โปรแกรมนี้เหมาะสำหรับนักพัฒนาและผู้ดูแลระบบฐานข้อมูลที่ต้องการเครื่องมือที่ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ

2.5 หลักการเขียนโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ภาษา Python

ไพทอน (Python) เป็นอินเทอร์พรีเตอร์ภาษาระดับสูงซึ่งสร้างโดยคีโด ฟัน โรสซิม โดยเริ่มใน พ.ศ. 2533 การออกแบบของภาษาไพทอนมุ่งเน้นให้ผู้โปรแกรมสามารถอ่านชุดคำสั่งได้โดยง่าย ผ่านการใช้งานอักขระเว้นว่าง (whitespaces) จำนวนมาก นอกจากนั้นการออกแบบภาษาไพทอนและการประยุกต์ใช้แนวคิดการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุในตัวภาษายังช่วยให้นักเขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมที่เป็นระเบียบ อ่านง่าย มีขนาดเล็ก และง่ายต่อการบำรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Python เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมที่ใช้อย่างแพร่หลายในเว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาซอฟต์แวร์ วิทยาศาสตร์ข้อมูล และแมชชีนเลิร์นนิง (ML) นักพัฒนาใช้ Python เนื่องจากมีประสิทธิภาพ เรียนรู้ง่าย และสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มต่างๆ ได้มากมาย ทั้งนี้ซอฟต์แวร์ Python สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี ผสานการทำงานร่วมกับระบบทุกประเภท และเพิ่มความเร็วในการพัฒนา

2.5.2 ภาษา C++

C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งแบบออบเจ็ค และการเขียนแบบปกติทั่วไป และยังมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการจัดการและเข้าถึงระดับหน่วยความจำนอกจากนี้มันยังถูกนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว (Embedded) เว็บเซิร์ฟเวอร์ การพัฒนาเกม และแอปพลิเคชันที่ต้องการประสิทธิภาพอย่างสูง ภาษา C++ เป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาในการเขียนโปรแกรมระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการออกแบบโปรแกรมสูง C++ เป็นภาษาที่ต้องคอมไพล์ก่อนที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในหลาย ๆ แพลตฟอร์ม ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยองค์กรต่าง ๆ ที่ประกอบไปด้วย Free Software Foundation (FSF's GCC) LLVM Microsoft Intel และ IBM

C++ นั้นถูกกำหนดให้เป็นภาษาที่เป็นมาตรฐานโดย International Organization for Standardization (ISO) ซึ่งเวอร์ชันล่าสุดนั้นเผยแพร่ในธันวาคม 2014 คือ ISO/IEC 14882:2014 หรือที่รู้จักกันในชื่อของ C++14 โดยที่ภาษา C++ ได้เริ่มกำหนดมาตรฐานครั้งแรกในปี 1998 คือ ISO/IEC 14882:1998 ภาษา C++ ถูกพัฒนาโดย Bjarne Stroustrup ที่ Bell Labs ตั้งแต่ปี 1979 ซึ่งในตอนแรกเป็นส่วนขยายของภาษา C โดยที่เขาต้องการที่จะพัฒนาภาษาที่มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นเหมือนกับภาษา C และยังมีคุณสมบัติใหม่ที่สูงกว่าสำหรับพัฒนาโปรแกรม

2.5.3 ภาษา HTML

HTML ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือที่เราเรียกกันว่าเว็บเพจ ถูกพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) และจากการพัฒนาทางด้าน Software ของ Microsoft ทำให้ภาษา HTML เป็นอีกภาษาหนึ่งที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ หรือที่เรียกว่า HTML Application HTML เป็นภาษาประเภท Markup สำหรับการการสร้างเว็บเพจ โดยใช้ภาษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HTML สามารถทำโดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่าง ๆ เช่น Notepad, Editplus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า HTML ส่วนการเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสาร HTML จะใช้โปรแกรม web browser เช่น IE Microsoft Internet Explorer (IE), Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Netscape Navigator เป็นต้น

2.5.4 ภาษา JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง Java JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ (ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช้ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ "แปลความและดำเนินงานไปที่ละคำสั่ง" (interpret) หรือเรียกว่า อ็อบเจกต์โอเรียนเต็ลเต็ด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และ ภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator 2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง Live Script ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript สามารถทำให้ การสร้างเว็บเพจ มีลูกเล่น ต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็น ภาษาเปิด ที่ใครก็สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

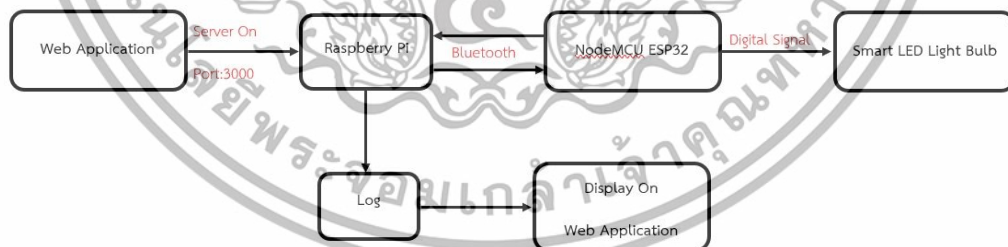
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบการทำงานภาพรวมของระบบ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอระบบที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดและปรับระดับพลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยการสั่งงานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ระบบนี้ใช้ ESP32-WROOM-32 เป็นตัวประมวลผลหลักในการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมผ่านบลูทูธ สำหรับ Raspberry Pi 4 ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์กลางรับคำสั่งจากผู้ใช้และส่งไปยัง ESP32 เพื่อดำเนินการตามเงื่อนไขที่กำหนด

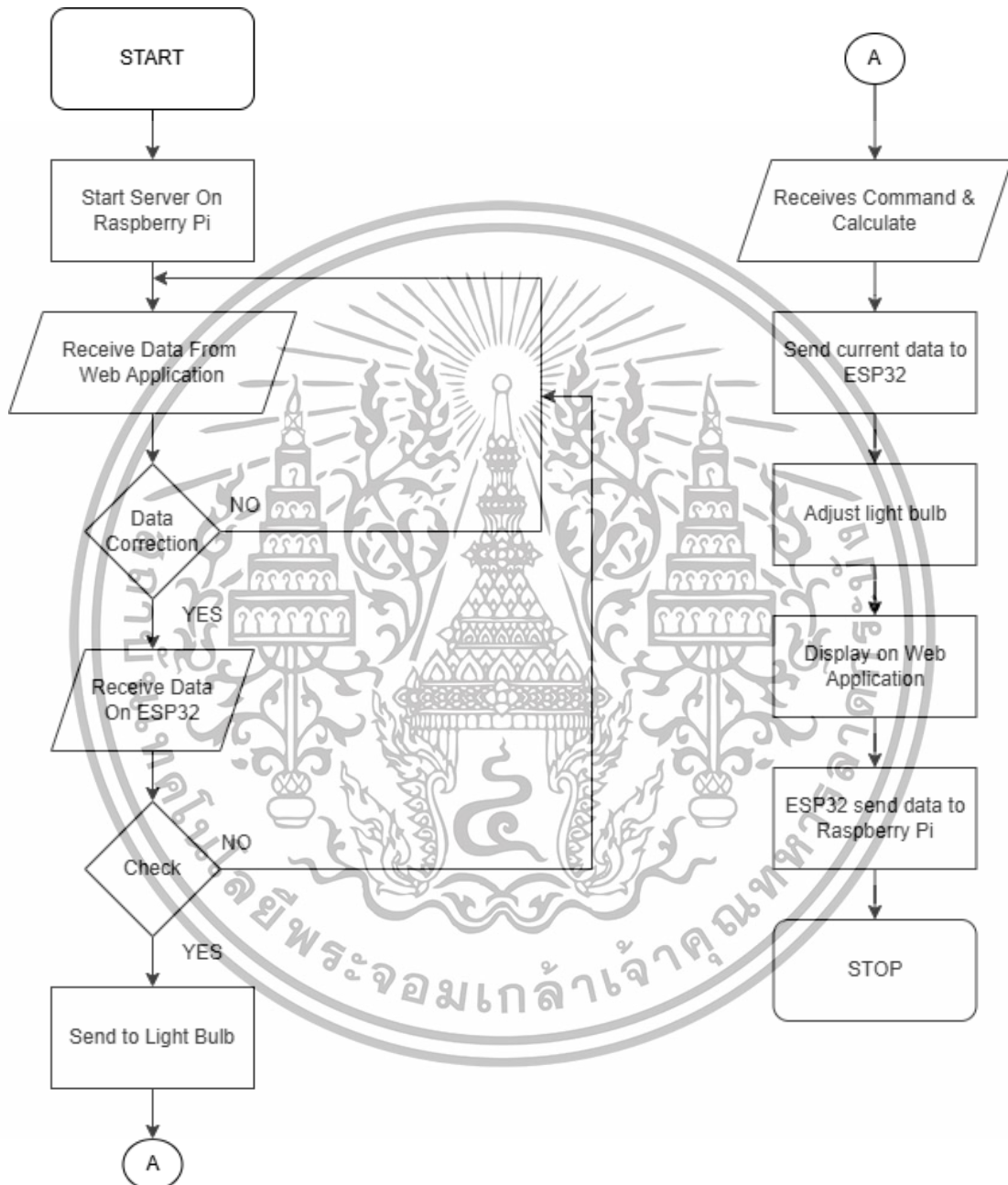
นอกจากนี้ ระบบมีการแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ เช่น ปริมาณพลังงานที่ใช้งาน ค่าไฟที่คำนวณได้ และประวัติการสั่งงาน ระบบยังรองรับการทำงานร่วมกับฐานข้อมูลสำหรับบันทึกประวัติการใช้งาน เพื่อให้สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ ระบบทั้งหมดได้รับการออกแบบให้อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยสามารถสั่งงานอุปกรณ์ไฟฟ้าได้จากทุกที่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามโครงสร้างที่กำหนดในบล็อกไดอะแกรมของระบบ



รูปที่ 3.1 Block Diagram การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 แผนผังการทำงานภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของแผนผัง

1. เริ่มต้น (START) – ระบบเริ่มทำงานและเตรียมพร้อมรับคำสั่งจาก Web Application
2. เปิดเซิร์ฟเวอร์บน Raspberry Pi – Raspberry Pi ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์เพื่อรับและส่งข้อมูลควบคุมหลอดไฟจาก Web Application
3. รับข้อมูลจาก Web Application – Web Application ส่งค่าควบคุม เช่น เปิด/ปิด หรือปรับความสว่างของหลอดไฟไปยัง Raspberry Pi
4. ตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล (Data Correction) – Raspberry Pi ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ และทำการแก้ไขหากพบข้อผิดพลาด
5. ส่งข้อมูลไปยัง ESP32 – Raspberry Pi ส่งคำสั่งที่ได้รับการตรวจสอบแล้วไปยัง ESP32 ผ่านโปรโตคอลที่กำหนด
6. ESP32 ตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับ – ESP32 ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้รับอยู่ในรูปแบบที่ถูกต้องและพร้อมดำเนินการ
7. ESP32 ส่งข้อมูลสถานะปัจจุบันกลับไปยัง Raspberry Pi – ESP32 ส่งข้อมูลเกี่ยวกับสถานะของหลอดไฟ เช่น ความสว่าง หรือสถานะเปิด/ปิด กลับไปยัง Raspberry Pi
8. ESP32 ปรับความสว่างของหลอดไฟ – ESP32 ใช้สัญญาณควบคุมเพื่อปรับระดับแสงของหลอดไฟตามค่าที่ได้รับจาก Raspberry Pi
9. แสดงผลข้อมูลบน Web Application – Raspberry Pi อัปเดตสถานะของหลอดไฟไปยัง Web Application เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูสถานะปัจจุบันได้แบบเรียลไทม์
10. ESP32 ส่งข้อมูลสถานะกลับไปยัง Raspberry Pi – ESP32 ยืนยันว่าการปรับค่าความสว่างสำเร็จและส่งข้อมูลนี้ไปยัง Raspberry Pi เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลในระบบตรงกัน
11. จบกระบวนการ (STOP) – ระบบหยุดทำงานหรือรอรับคำสั่งใหม่จาก Web Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

3.2.1 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเบื้องต้น

การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเริ่มจากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ เพื่อกำหนดฟังก์ชันหลัก เช่น การควบคุมหลอดไฟและการแสดงผลแบบเรียลไทม์ จากนั้นออกแบบโครงสร้าง Client-Server และส่วนติดต่อผู้ใช้ (UI) ให้ใช้งานง่าย ก่อนพัฒนาและเชื่อมต่อระบบกับ Raspberry Pi ผ่าน HTTP สุดท้ายทำการทดสอบและปรับปรุงให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพก่อนเผยแพร่ใช้งานจริง ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วนที่ได้ทำการออกแบบเบื้องต้น ดังนี้

3.2.2 เว็บแอปพลิเคชันในส่วน Dashboard

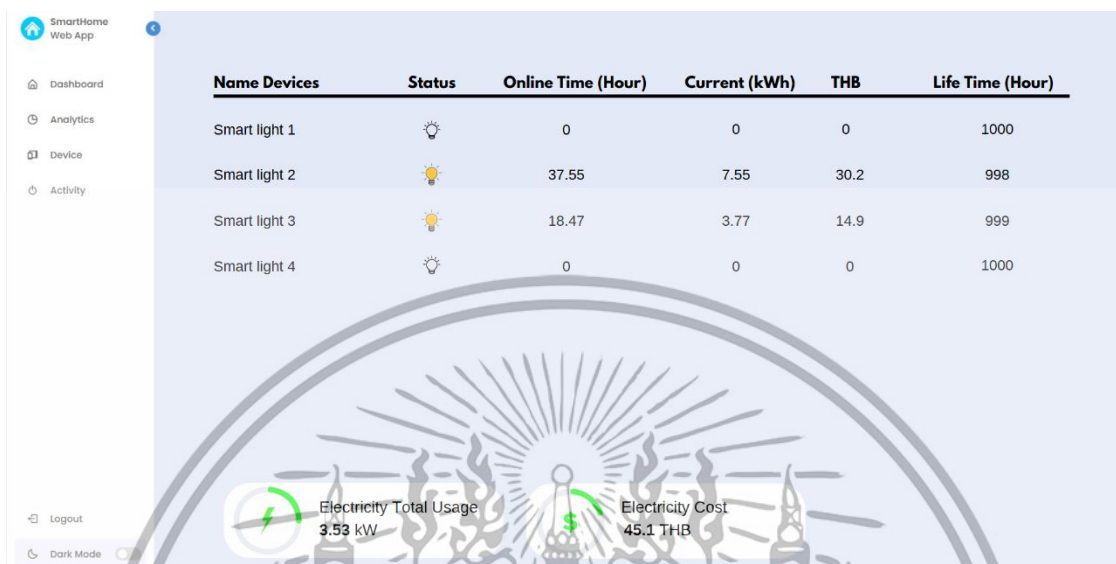


รูปที่ 3.3 เว็บแอปพลิเคชันส่วนของ Dashboard

Dashboard คือส่วนแสดงภาพรวมหลักของระบบ ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นข้อมูลที่สำคัญในระบบได้อย่างชัดเจน ประกอบไปด้วยจำนวนหลอดไฟที่เปิดใช้งานเทียบกับจำนวนทั้งหมด, ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมที่วัดเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) และคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าสะสม ซึ่งเป็นข้อมูลในรายเดือน โดยส่วนนี้ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะปัจจุบัน และภาพรวมการใช้พลังงานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 เว็บแอปพลิเคชันในส่วน Analytics

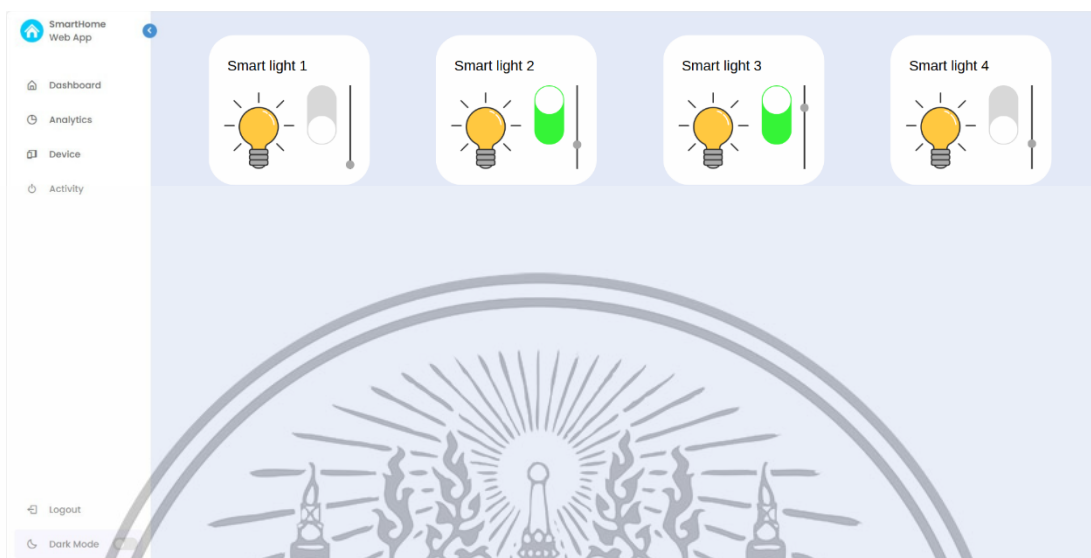


รูปที่ 3.4 เว็บแอปพลิเคชันส่วนของ Analytics

Analytics คือส่วนวิเคราะห์และแสดงข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการใช้พลังงานภายในระบบ โดยมีการแสดงผล สถานะของอุปกรณ์ จำนวนเวลาที่เปิดใช้งาน ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ซึ่งสร้างเป็นผลรวมสถิติการใช้ไฟฟ้ารายวันที่อ่านง่าย พร้อมทั้งคำนวณค่าใช้จ่ายตามปริมาณการใช้งานจริง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน และนำข้อมูลไปวางแผนการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

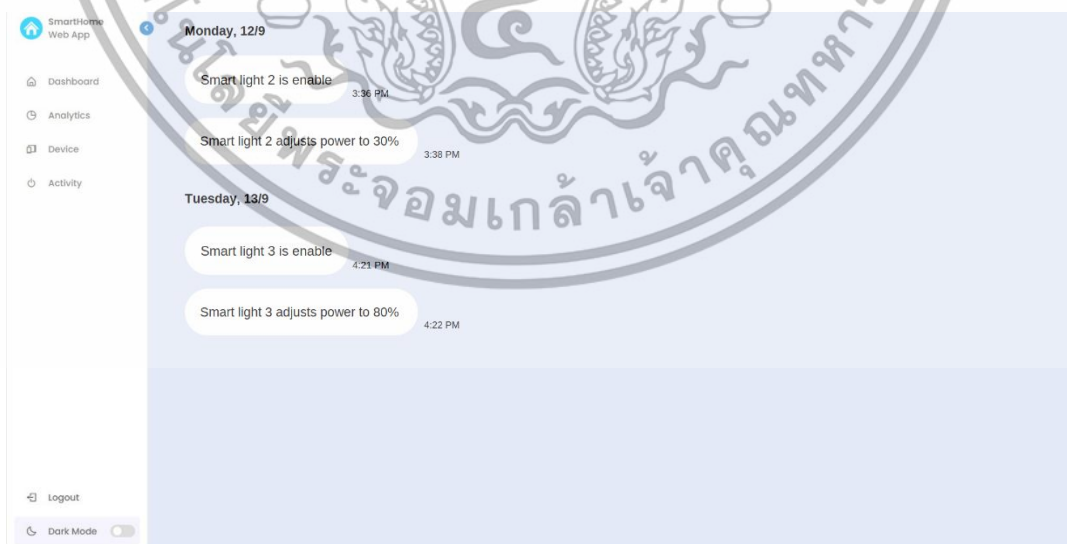
3.2.4 เว็บแอปพลิเคชันในส่วน Devices



รูปที่ 3.5 เว็บแอปพลิเคชันส่วนของ Devices

Devices คือส่วนจัดการและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบ โดยผู้ใช้งานสามารถดูสถานะปัจจุบันของหลอดไฟว่าอยู่ในสถานะเปิดหรือปิด พร้อมทั้งควบคุมการทำงานของหลอดไฟได้แบบเรียลไทม์ผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถจัดการและควบคุมหลอดไฟจากระยะไกลได้สะดวกยิ่งขึ้น

3.2.5 เว็บแอปพลิเคชันในส่วน Activity



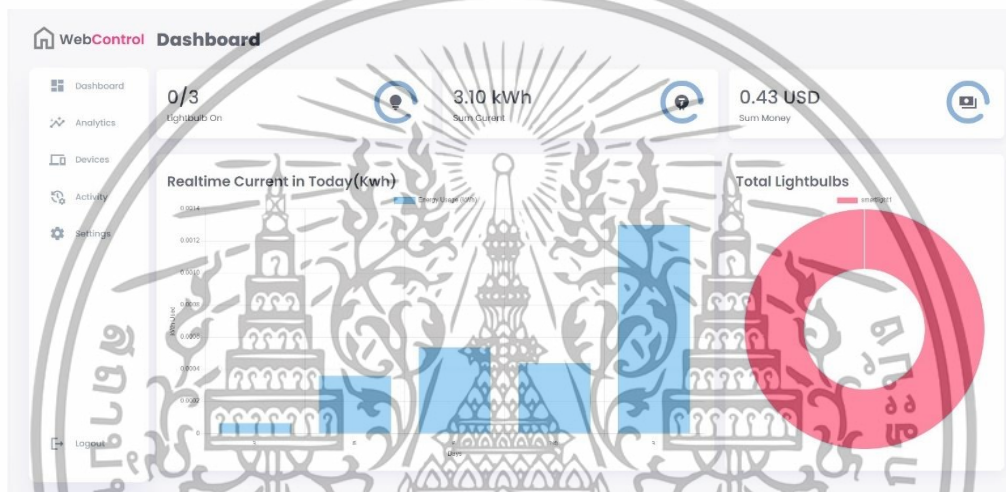
รูปที่ 3.6 เว็บแอปพลิเคชันส่วนของ Activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activity คือส่วนบันทึกและติดตามกิจกรรมการทำงานของระบบ โดยแสดงประวัติการใช้งานย้อนหลัง เช่น เวลาที่มีการเปิด-ปิดหลอดไฟ, การเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าอุปกรณ์หรือการเข้าถึงระบบจากผู้ใช้งาน ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้มีประโยชน์สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของระบบ, ตรวจสอบความผิดปกติ และเสริมความปลอดภัยในการใช้งาน

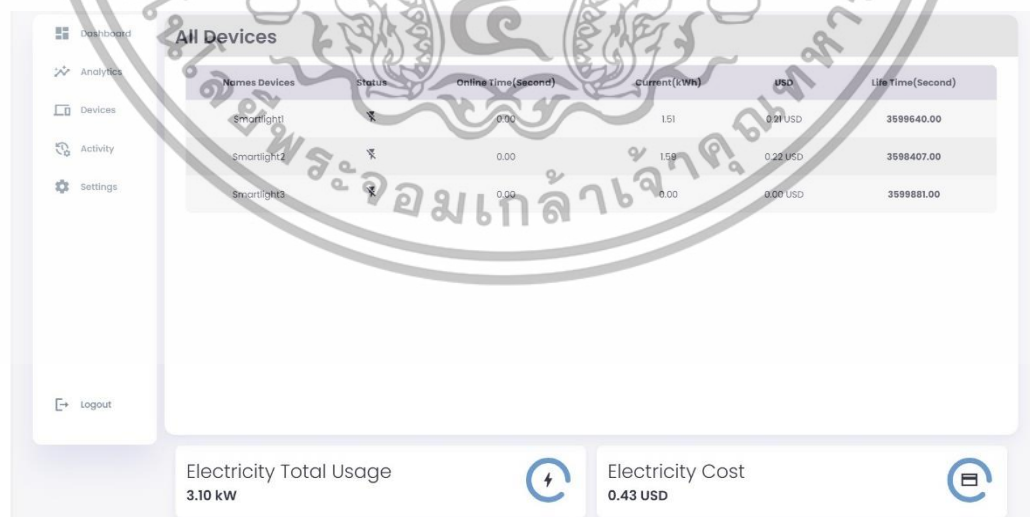
3.3 ขั้นตอนการสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

3.3.1 Dashboard



รูปที่ 3.7 Dashboard

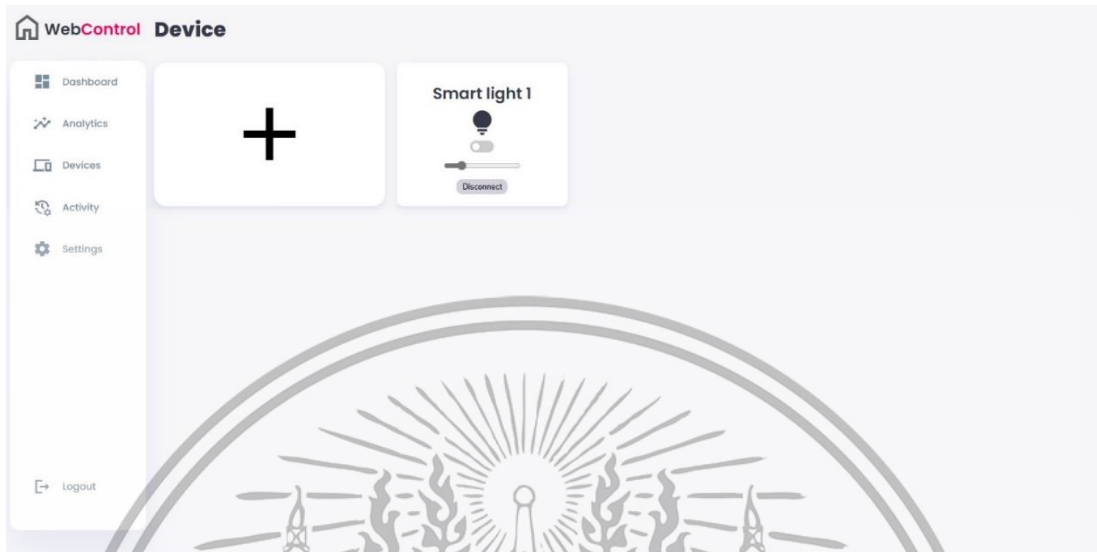
3.3.2 Analytics



รูปที่ 3.8 Analytics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 Devices



รูปที่ 3.9 Devices

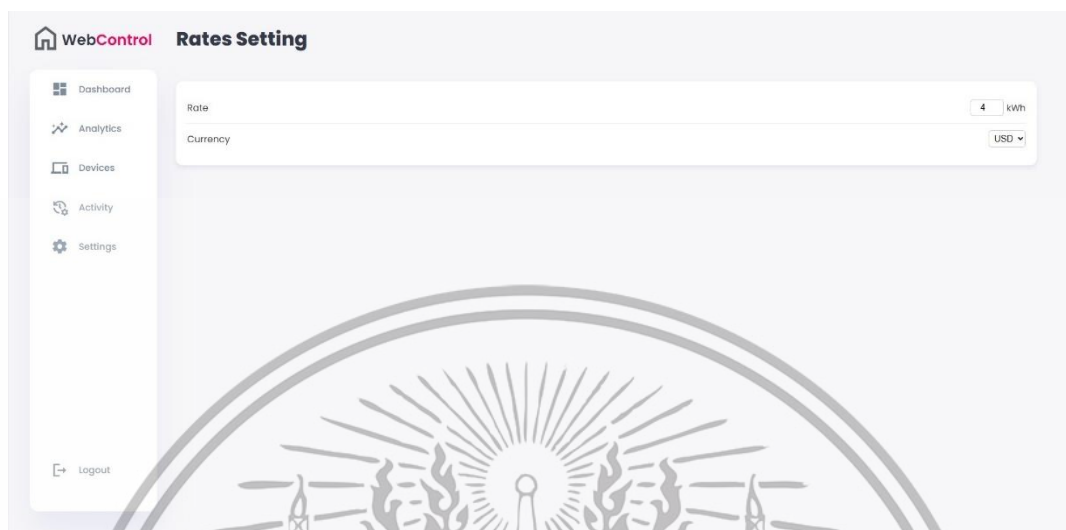
3.3.4 Activity log



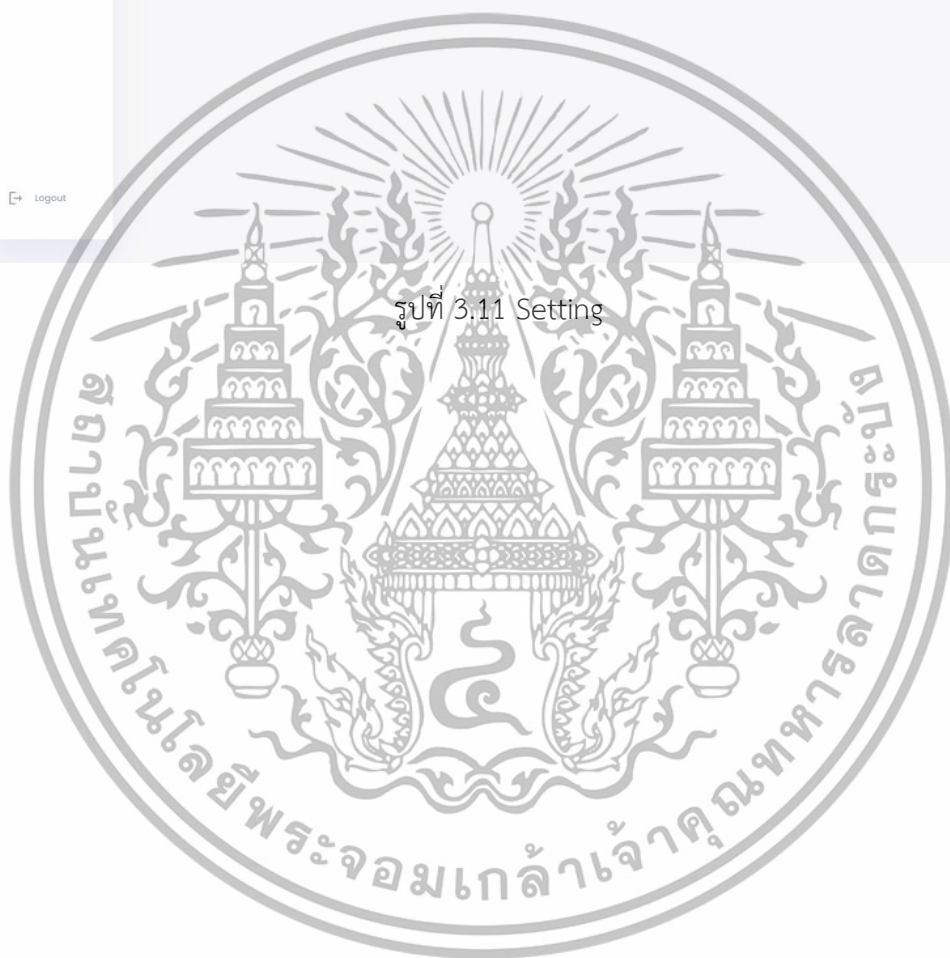
รูปที่ 3.10 Activity log

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 Setting



รูปที่ 3.11 Setting



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเขียนโค้ดในการสร้างระบบเว็บแอปพลิเคชัน

3.4.1 โค้ดในส่วนการควบคุมหลอดไฟ

```

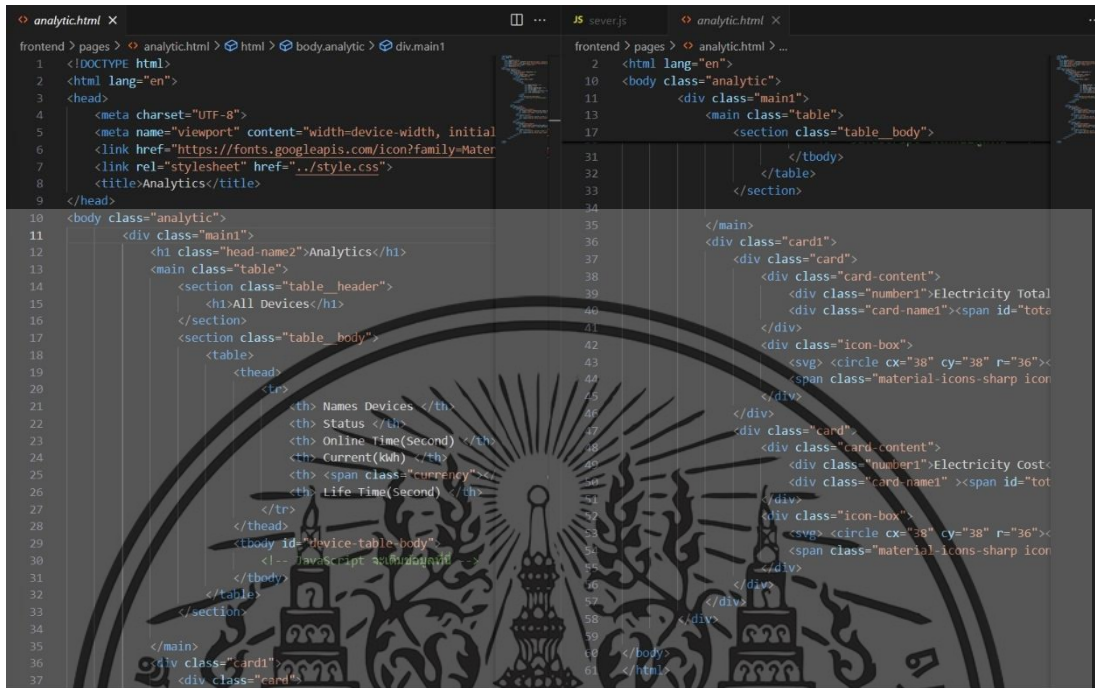
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 <title>RGB LED Control</title>
5 <style>
6   body { font-family: Arial, sans-serif; text-align: center; margin-top: 50px; }
7 </style>
8 <script>
9   function sendCommand(endpoint, value) {
10     fetch(`/${endpoint}?value=${value}`);
11   }
12
13   function updateRGB() {
14     const color = document.getElementById('colorPicker').value;
15     const red = parseInt(color.substr(1, 2), 16);
16     const green = parseInt(color.substr(3, 2), 16);
17     const blue = parseInt(color.substr(5, 2), 16);
18     sendCommand('setRGB', red + "," + green + "," + blue);
19   }
20
21   function updateBrightness() {
22     const brightness = document.getElementById('brightness').value;
23     sendCommand('setBrightness', brightness);
24   }
25
26   function togglePower(state) {
27     sendCommand('setPower', state);
28   }
29 </script>
30 </head>
31 <body>
32   <h1>ESP32 RGB LED Controller / 1</h1>
33   <div>
34     <button onclick="togglePower('ON')">Turn On</button>
35     <button onclick="togglePower('OFF')">Turn Off</button>
36   </div>
37   <div>
38     <h2>Adjust Brightness</h2>
39     <input type="range" id="brightness" min="0" max="255" value="#{BRIGHTNESS}" oninput="updateBrightness()" />
40   </div>
41   <div>
42     <h2>Set Color</h2>
43     <label>Choose color: <input type="color" id="colorPicker" value="#{RED.toString(16).padStart(2, '0')}" />
44   </div>
45 </body>
46 </html>
47

```

รูปที่ 3.12 โค้ดในการควบคุมหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 โค้ดในส่วน Analytics



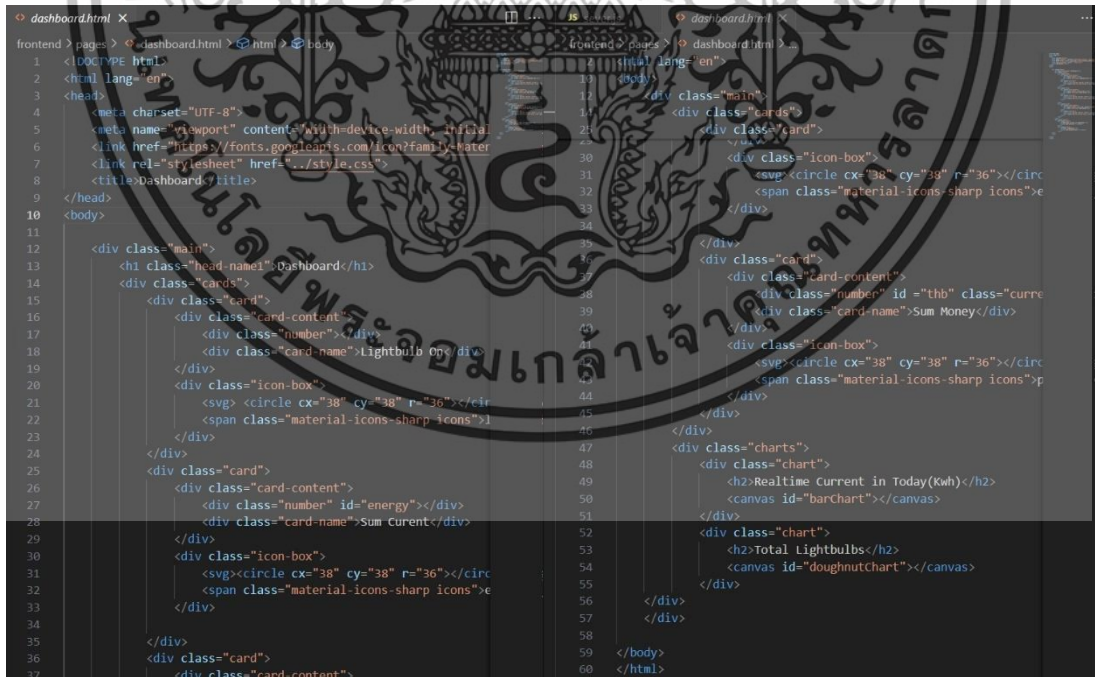
```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial
6 <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons" rel="stylesheet">
7 <title>Analytics</title>
8 </head>
9 <body class="analytic">
10 <div class="main1">
11 <h1 class="head-name2">Analytics</h1>
12 <main class="table">
13 <section class="table_header">
14 <h1>All Devices</h1>
15 </section>
16 <section class="table_body">
17 <table>
18 <thead>
19 <tr>
20 <th>Names Devices</th>
21 <th>Status</th>
22 <th>Online Time(Second)</th>
23 <th>Current(Kwh)</th>
24 <th>Life Time(Second)</th>
25 </tr>
26 </thead>
27 <tbody id="device-table-body">
28 <tr>
29 <td>Lightbulb One</td>
30 <td>On</td>
31 <td>100</td>
32 <td>100</td>
33 <td>100</td>
34 </tr>
35 </tbody>
36 </table>
37 </section>
38 </main>
39 </div>
40 </body>
41 </html>

```

รูปที่ 3.13 โค้ดในส่วน Analytics

3.4.3 โค้ดในส่วน Dashboard



```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial
6 <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons" rel="stylesheet">
7 <title>Dashboard</title>
8 </head>
9 <body>
10 <div class="main">
11 <h1 class="head-name1">Dashboard</h1>
12 <div class="cards">
13 <div class="card">
14 <div class="card-content">
15 <div class="number">100</div>
16 <div class="card-name">Lightbulb One</div>
17 </div>
18 <div class="icon-box">
19 <svg class="material-icons-sharp"></svg>
20 </div>
21 </div>
22 </div>
23 </div>
24 </div>
25 </div>
26 </div>
27 </div>
28 </div>
29 </div>
30 </div>
31 </div>
32 </div>
33 </div>
34 </div>
35 </div>
36 </div>
37 </div>

```

รูปที่ 3.14 โค้ดในส่วน Dashboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 โค้ดในส่วน Devices

```

device.html x
frontend > pages > device.html > html > body
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6 <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
7 <link rel="stylesheet" href="../style.css">
8 <title>Device</title>
9 </head>
10 <body>
11 <div class="main">
12 <h1 class="head-name1">Device</h1>
13 <div class="main-controls">
14 <button id="scan">
15 <span class="material-icons-sharp icon">add</span>
16 </button>
17 <div id="controls">
18 <div id="device-container"></div>
19 </div>
20 </div>
21 </div>
22 </body>
23 </html>
24 </html>

```

รูปที่ 3.15 โค้ดในส่วน Devices

3.4.5 โค้ดในส่วน Log Activity

```

log.html x
frontend > pages > log.html > html
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6 <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
7 <link rel="stylesheet" href="../style.css">
8 <title>log</title>
9 </head>
10 <body>
11 <div class="main">
12 <h1 class="head-name2">Activity Log</h1>
13 <div class="main-log">
14 <section class="table_header">
15 <h2>Activity Devices</h2>
16 </section>
17 <section class="table_body">
18 <div id="log" class="log-box">
19 </div>
20 </section>
21 </div>
22 </div>
23 </div>
24 </body>
25 </html>

```

รูปที่ 3.16 โค้ดในส่วน Log Activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 โค้ดในส่วน Setting

```

settings.html X
frontend > pages > settings.html > ...
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6 <title>Rates Setting</title>
7 <link rel="stylesheet" href="../style.css">
8 </head>
9 <body>
10 <div class="main1">
11 <!-- Header -->
12 <h1 class="head-name2">Rates Setting</h1>
13
14 <!-- Content -->
15 <div class="container-set">
16 <div class="card-set">
17 <div class="row-set">
18 <label for="rate">Rate</label>
19 <input type="number" id="rate" class="input-field" value="3" min="0" step="0.01"> <span class="unit">kwh</span>
20 </div>
21 <div class="row-set">
22 <label for="currency">Currency</label>
23 <select id="currency" class="select-field">
24 <option value="THB">THB</option>
25 <option value="USD">USD</option>
26 <option value="EUR">EUR</option>
27 </select>
28 </div>
29 </div>
30 </div>
31 </div>
32 </body>
33 </html>
34
35
36
37

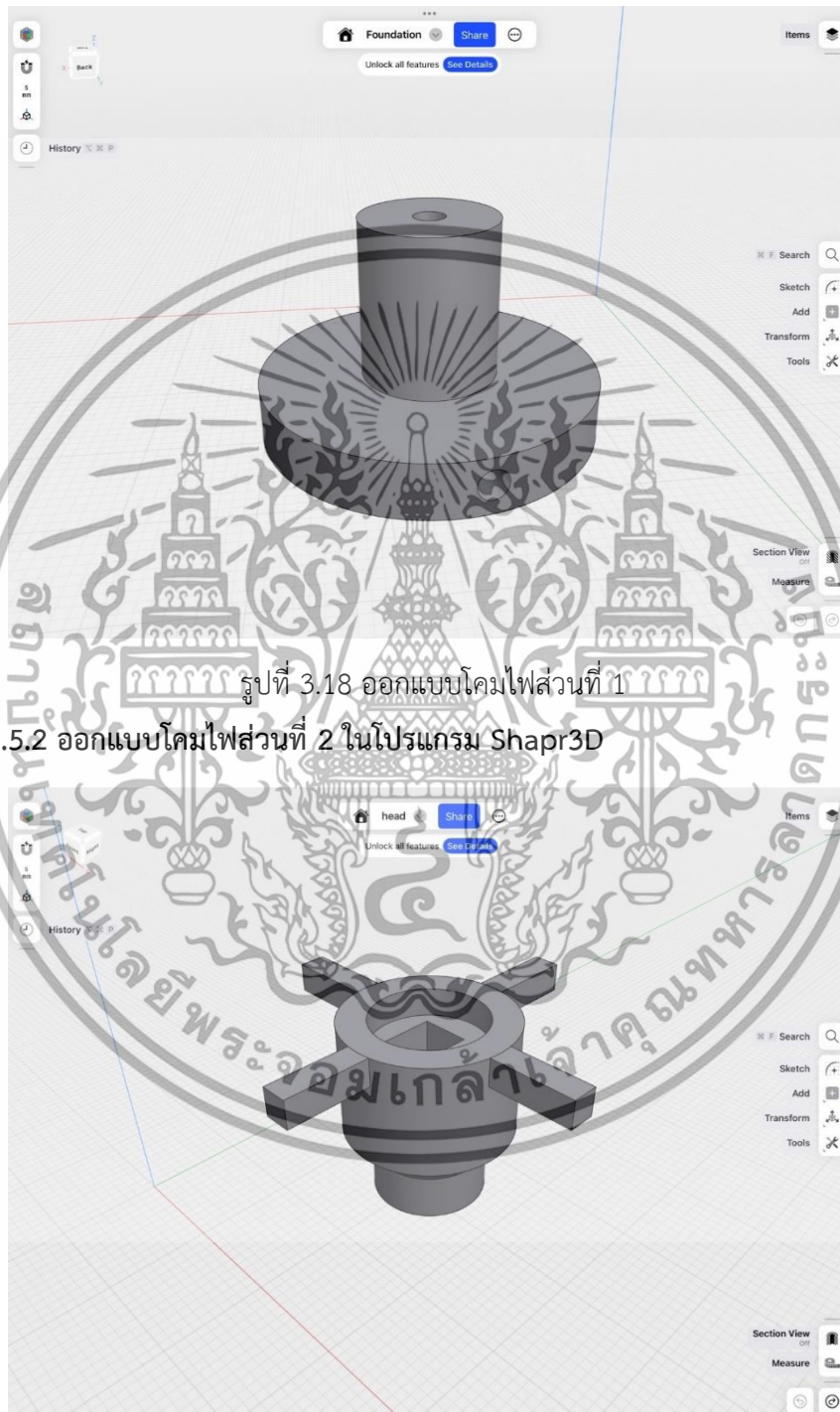
```

รูปที่ 3.17 โค้ดในส่วน Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบและสร้างคอมไฟ

3.5.1 ออกแบบคอมไฟส่วนที่ 1 ในโปรแกรม Shapr3D



รูปที่ 3.18 ออกแบบคอมไฟส่วนที่ 1

3.5.2 ออกแบบคอมไฟส่วนที่ 2 ในโปรแกรม Shapr3D

รูปที่ 3.19 ออกแบบคอมไฟส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ส่วนประกอบที่สร้างขึ้นส่วนที่ 1



รูปที่ 3.20 ส่วนประกอบส่วนที่ 1

3.5.4 ส่วนประกอบส่วนที่สร้างขึ้นส่วนที่ 2

รูปที่ 3.21 ส่วนประกอบส่วนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบโดยแบ่งการทดลอง และจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วน ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

ในการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน ระบบถูกทดสอบภายใต้เงื่อนไขการใช้งานจริงเพื่อประเมินความถูกต้องและประสิทธิภาพของการทำงาน โดยทำการทดสอบในด้านการส่งคำสั่งควบคุมหลอดไฟผ่านเว็บแอปพลิเคชัน การแสดงผลสถานะของอุปกรณ์แบบเรียลไทม์ และความสามารถในการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต

ผลการทดสอบพบว่าเว็บแอปพลิเคชันสามารถรับคำสั่งจากผู้ใช้และส่งไปยัง Raspberry Pi 4 ได้อย่างถูกต้อง โดยคำสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟและการปรับระดับพลังงานสามารถทำงานได้ตามที่กำหนด และมีการอัปเดตสถานะของอุปกรณ์ใน Dashboard ได้แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ ระบบยังสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อบันทึกประวัติการสั่งงานได้อย่างสมบูรณ์

ทั้งนี้ มีการทดสอบความเสถียรของระบบภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น การควบคุมผ่านอุปกรณ์ที่หลากหลาย และการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายที่มีความเร็วต่างกัน ซึ่งระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและไม่มีข้อผิดพลาดที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานหลักของผู้ใช้

4.2 ผลการทำทดสอบการทำงานของหลอดไฟ

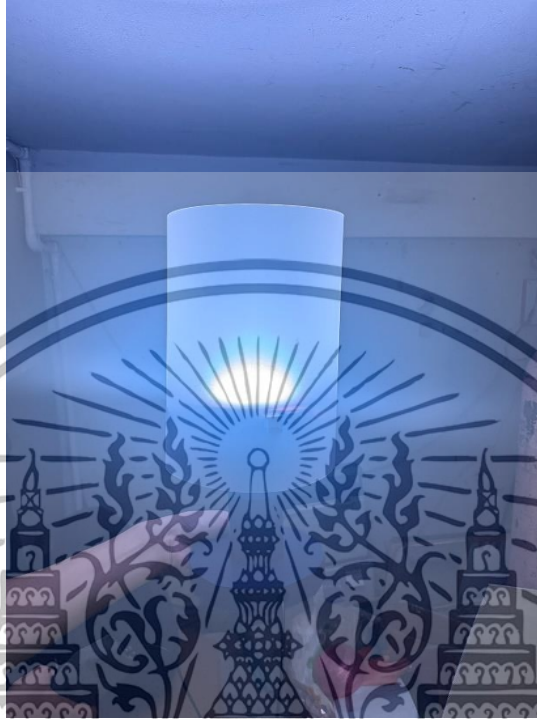
4.2.1 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีขา)



รูปที่ 4.1 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีขา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีขา)



รูปที่ 4.2 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีขา)

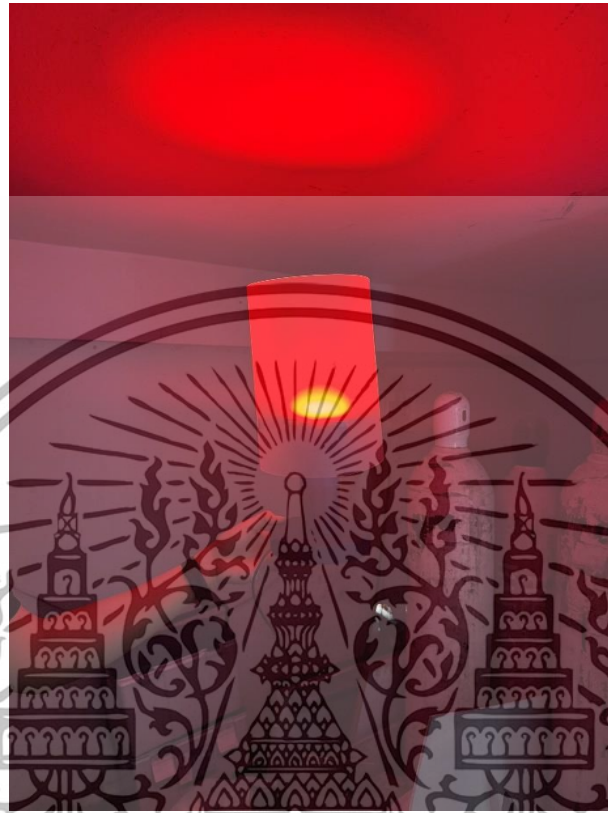
4.2.3 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีแดง)



รูปที่ 4.3 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

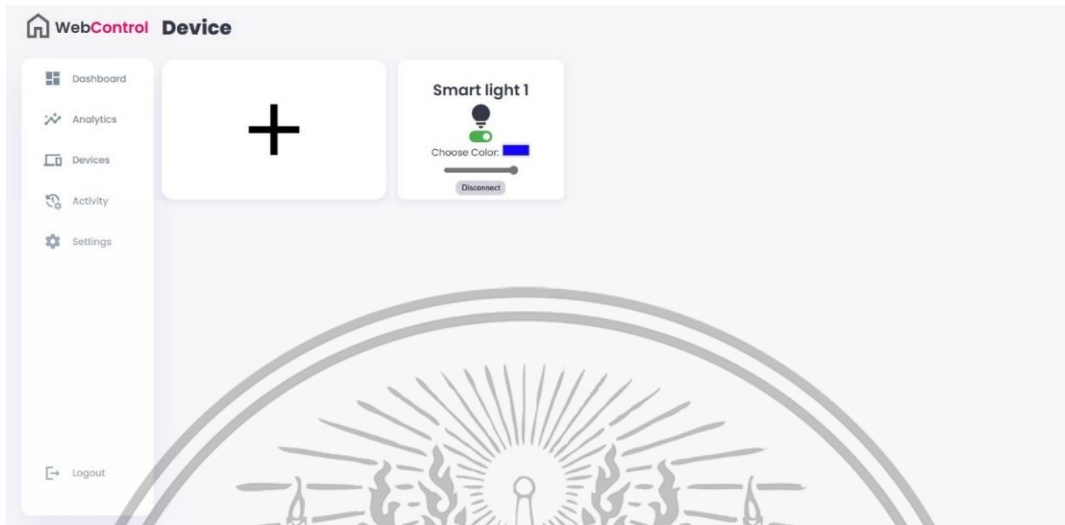
4.2.4 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีแดง)



รูปที่ 4.4 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีแดง)

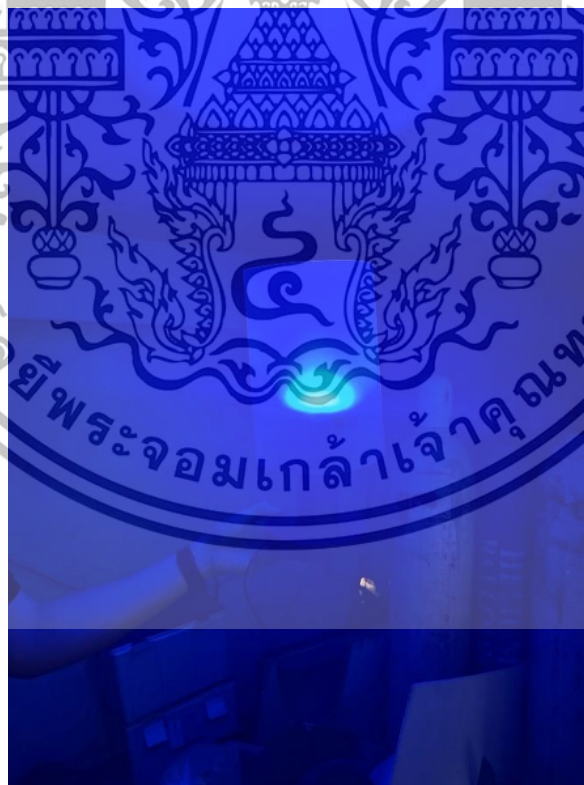
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีน้ำเงิน)



รูปที่ 4.5 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีน้ำเงิน)

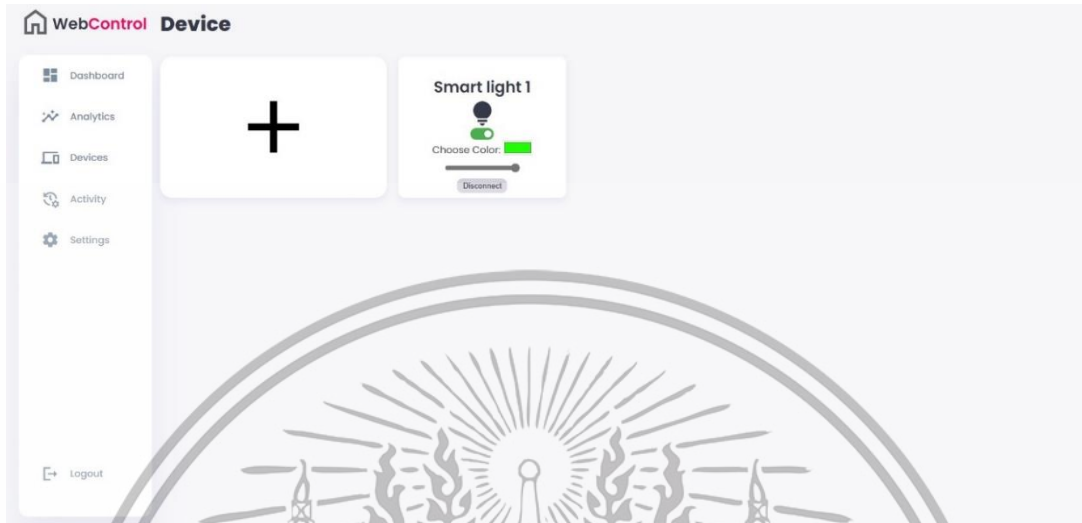
4.2.6 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีน้ำเงิน)



รูปที่ 4.6 รูปแสดงการทำงานของโคมไฟ (ปรับสีน้ำเงิน)

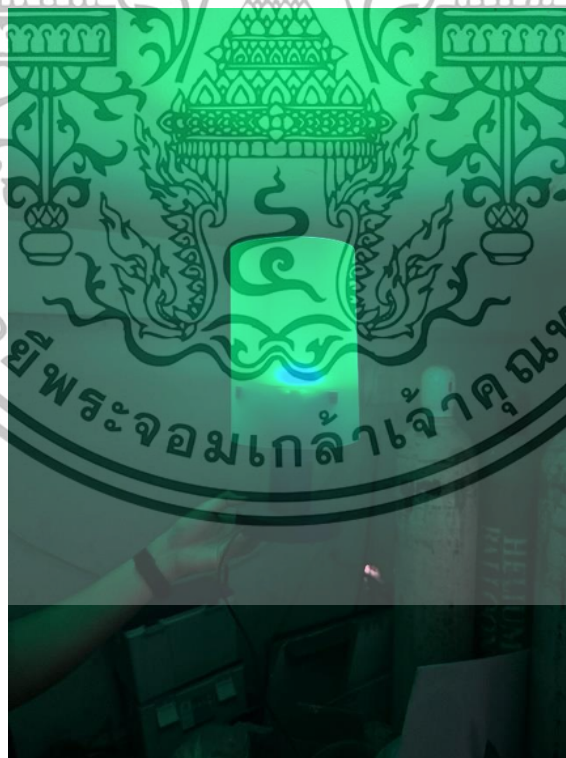
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีเขียว)



รูปที่ 4.7 หน้าเว็บแสดงการทำงาน (ปรับสีเขียว)

4.2.8 รูปแสดงการทำงานของคอมไฟ (ปรับสีเขียว)

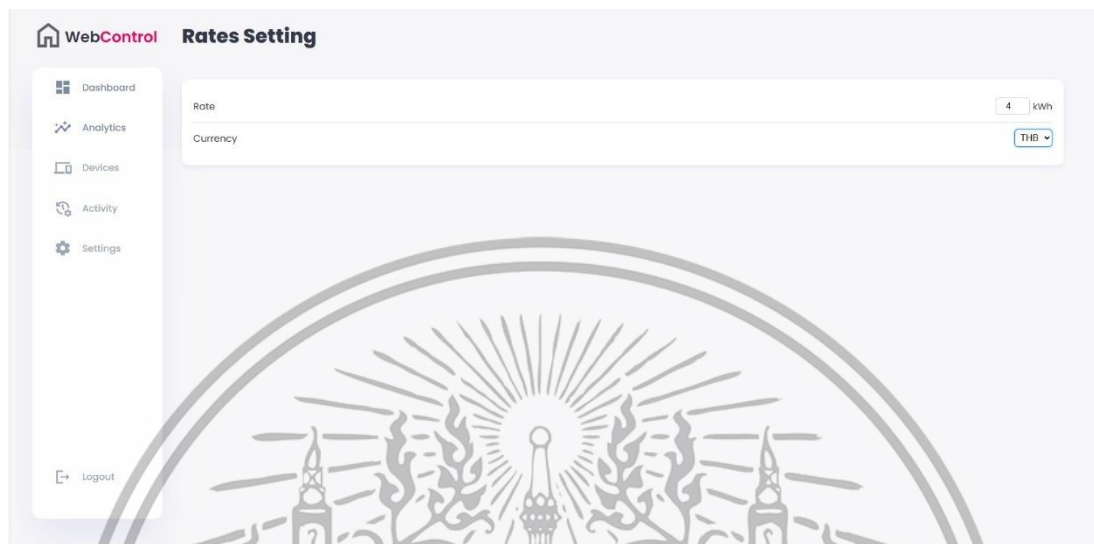


รูปที่ 4.8 รูปแสดงการทำงานของคอมไฟ (ปรับสีเขียว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบการปรับเปลี่ยนค่าสกุลเงินและการคำนวณ

4.3.1 หน้าเว็บแสดงค่าเงิน THB



รูปที่ 4.9 หน้าเว็บแสดงการใช้ค่าเงิน THB

4.3.2 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน THB

Name	Status	Online Time (second)	Current (kWh)	THB	Life Time (second)
Smartlight1	✓	0.00	1.51	7.55 THB	3598640.00
Smartlight2	✓	0.00	1.59	7.97 THB	3598407.00
Smartlight3	✓	0.00	0.03	0.00 THB	3599881.00

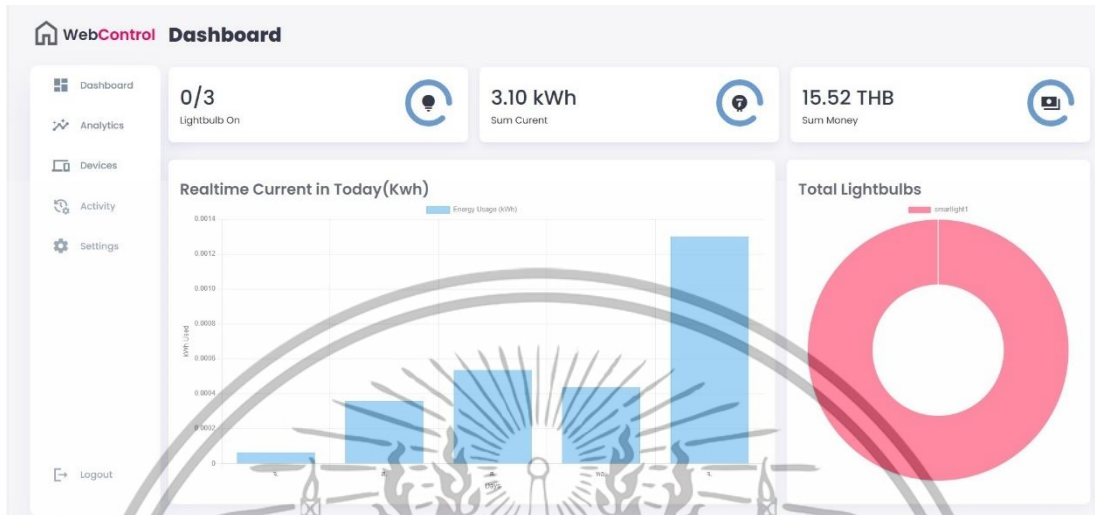
Electricity Total Usage: 3.10 kW

Electricity Cost: 15.52 THB

รูปที่ 4.10 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน THB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน THB



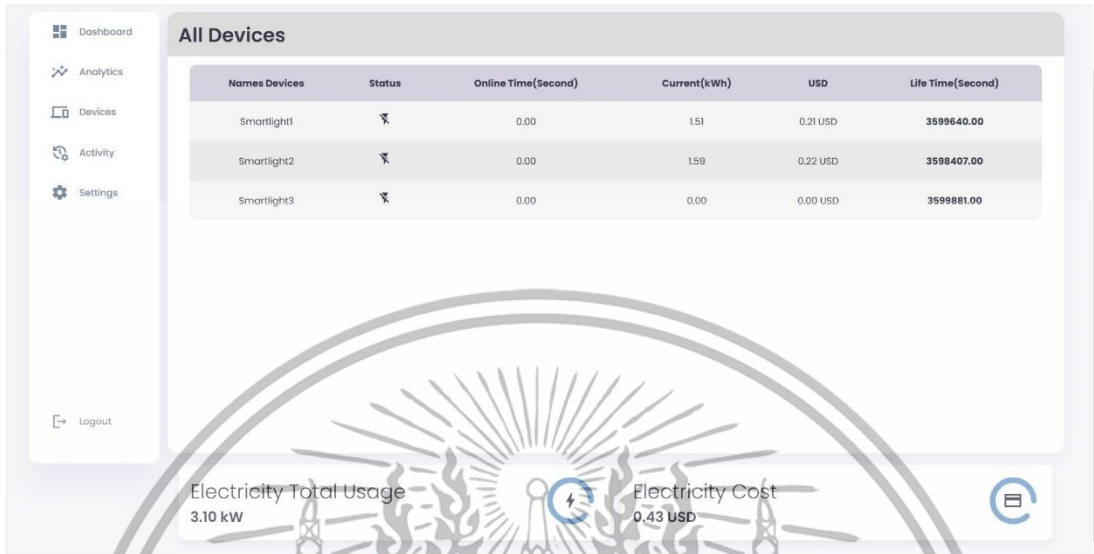
รูปที่ 4.11 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน THB
4.3.4 หน้าเว็บแสดงค่าเงิน USD



รูปที่ 4.12 หน้าเว็บแสดงการใช้ค่าเงิน USD

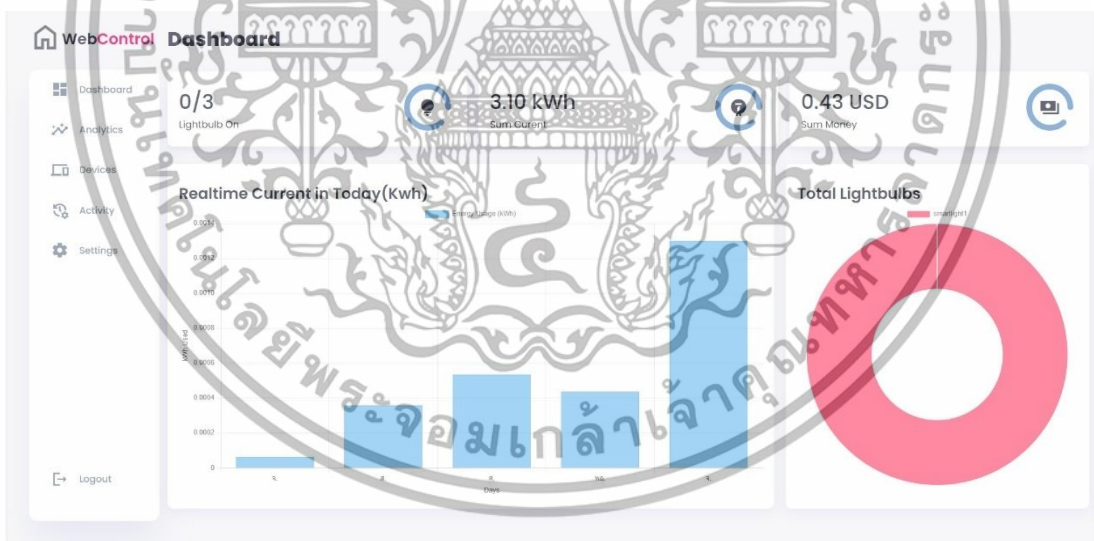
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน USD



รูปที่ 4.13 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน USD

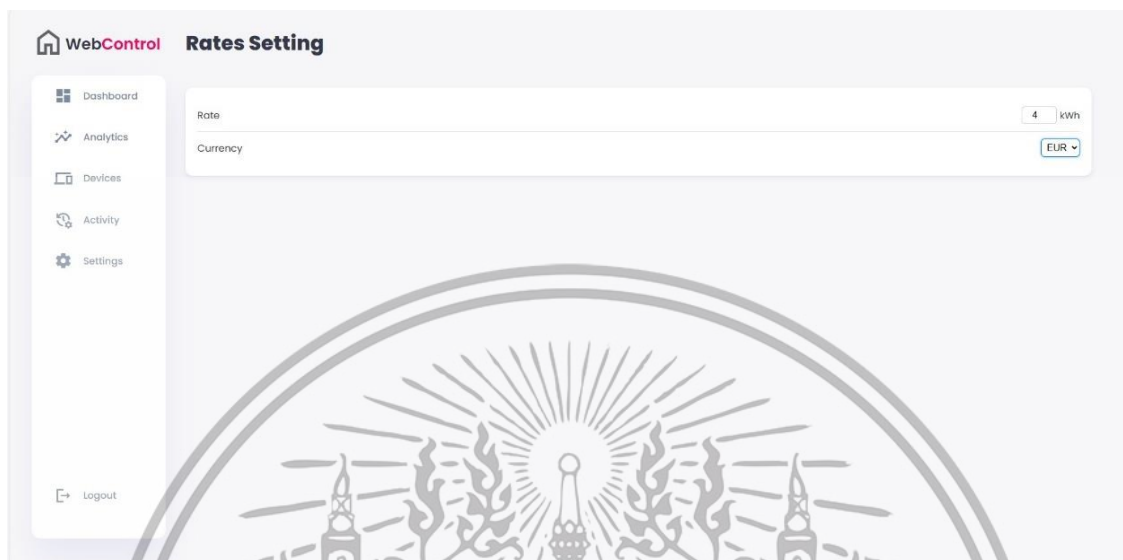
4.3.6 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน USD



รูปที่ 4.14 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน USD

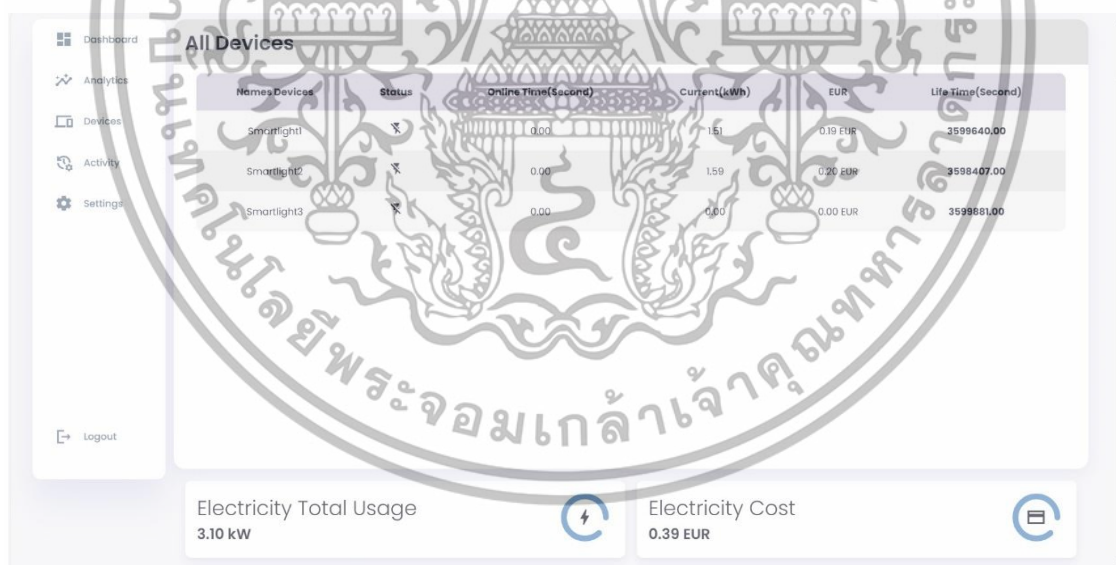
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 หน้าเว็บแสดงค่าเงิน EUR



รูปที่ 4.15 หน้าเว็บแสดงการใช้ค่าเงิน EUR

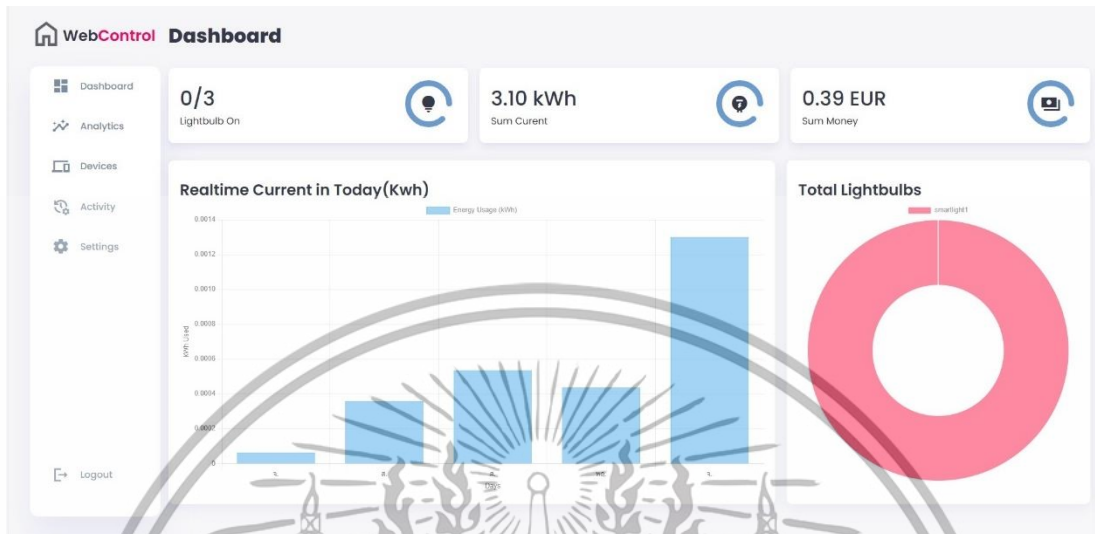
4.3.8 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน EUR



รูปที่ 4.16 หน้าเว็บส่วน Analytics ที่ใช้ค่าเงิน EUR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.9 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน EUR

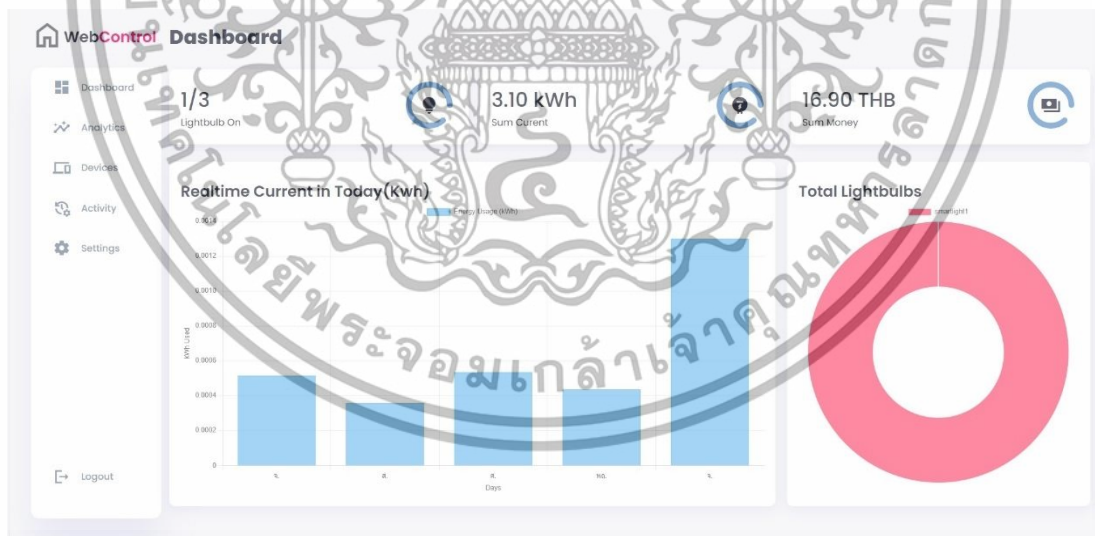


รูปที่ 4.17 หน้าเว็บส่วน Dashboard ที่ใช้ค่าเงิน EUR

4.4 ผลการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันในหน้า Dashboard

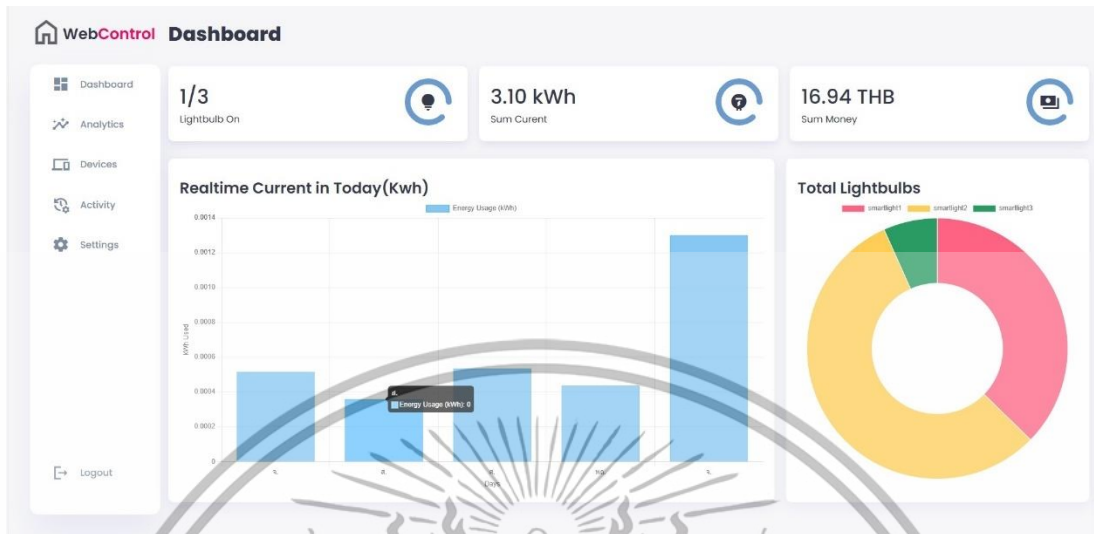
4.4.1 กราฟแสดงผลข้อมูลการใช้งานล่าสุดของอุปกรณ์

เมื่อคลิกที่กราฟ จะแสดงผลข้อมูลการใช้งานในวันนั้น ๆ ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงผลข้อมูลการใช้งานล่าสุดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



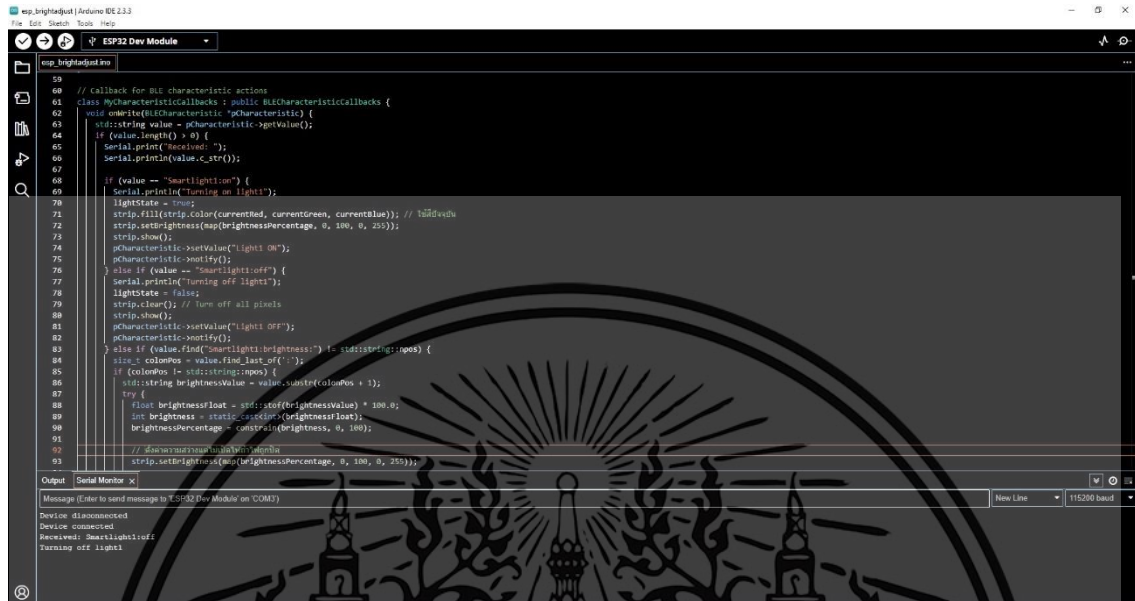
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงผลข้อมูลการใช้งานล่าสุดเมื่อทำการเลือก 1 กราฟ
 4.5 ผลการทำงานของ Request-response
 4.5.1 การแสดงผลของ Log บนหน้าเว็บ



รูปที่ 4.20 การแสดงผลของ Log บนหน้าเว็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การแสดงผลของ Backend



```

59 // callback for BLE characteristic actions
60 class MyCharacteristicCallbacks : public BLECharacteristicCallbacks {
61   void onWrite(BLECharacteristic *pCharacteristic) {
62     std::string value = pCharacteristic->getValue();
63     if (value.length() > 0) {
64       Serial.println("Received: ");
65       Serial.println(value.c_str());
66     }
67   }
68   if (value == "Smartlight:ON") {
69     Serial.println("Turning on light!");
70     lightState = true;
71     strip.fill(strip.color(currentRed, currentGreen, currentBlue)); // ไล่เฉดสี
72     strip.setBrightness(map(brightnessPercentage, 0, 100, 0, 255));
73     strip.show();
74     pCharacteristic->setValue("Light ON");
75     pCharacteristic->notify();
76   } else if (value == "Smartlight:OFF") {
77     Serial.println("Turning off light!");
78     lightState = false;
79     strip.clear(); // turn off all pixels
80     strip.show();
81     pCharacteristic->setValue("Light OFF");
82     pCharacteristic->notify();
83   } else if (value.find("Smartlight:brightness:") != std::string::npos) {
84     size_t colonPos = value.find_last_of(':');
85     if (colonPos != std::string::npos) {
86       std::string brightnessValue = value.substr(colonPos + 1);
87       try {
88         float brightnessFloat = std::stof(brightnessValue) * 100.0;
89         int brightness = static_cast<int>(brightnessFloat);
90         brightnessPercentage = constrain(brightness, 0, 100);
91       } catch (...) {}
92     }
93     // ส่งค่าความสว่างกลับไปที่มือถือ
94     strip.setBrightness(map(brightnessPercentage, 0, 100, 0, 255));

```

Output (Serial Monitor) x

Message (Enter to send message to ESP32 Dev Module on COM3)

Device disconnected
Device connected
Received: Smartlight:off
Turning off light

รูปที่ 4.21 การแสดงผลของ Backend

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบควบคุมหลอดไฟที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิด และปรับระดับพลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต โดยใช้ ESP32-WROOM-32 และ Raspberry Pi 4 เพื่อประมวลผลและส่งคำสั่งระหว่างอุปกรณ์และเว็บแอปพลิเคชัน ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้สะดวกขึ้น โดยสามารถส่งคำสั่งผ่านเว็บแอปพลิเคชันและตรวจสอบสถานะการทำงานแบบเรียลไทม์ ระบบมีการออกแบบให้สามารถแยกวงจรควบคุมออกจากวงจรพลังงานเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และปรับปรุงการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการทดสอบระบบ พบว่าการสั่งงานผ่านเว็บแอปพลิเคชันสามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยระบบสามารถตอบสนองต่อคำสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟและการปรับระดับพลังงานได้อย่างแม่นยำ รวมถึงสามารถอัปเดตสถานะของอุปกรณ์แบบเรียลไทม์ผ่าน Dashboard การเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi และ ESP32 ผ่านบลูทูธทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถรองรับการควบคุมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างต่อเนื่อง

ระบบนี้สามารถนำไปใช้งานจริงได้ โดยช่วยให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้สะดวกปลอดภัย และสามารถปรับแต่งการทำงานให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละสถานการณ์ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาต่อยอดเพื่อเพิ่มฟังก์ชันเพิ่มเติม เช่น การแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้พลังงานเกินค่าที่กำหนด หรือการพัฒนาให้รองรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่หลากหลายขึ้น เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในระหว่างการพัฒนา ระบบควบคุมหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชันพบปัญหาหลักเกี่ยวกับการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หากการเชื่อมต่อขาดหาย อาจทำให้ไม่สามารถส่งคำสั่งหรืออัปเดตสถานะอุปกรณ์ได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบ แนวทางแก้ไขคือการเพิ่มระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดการขาดการเชื่อมต่อ หรือพัฒนาโหมดออฟไลน์ให้ ESP32 สามารถทำงานตามคำสั่งที่ตั้งไว้ล่วงหน้าได้แม้ไม่มีอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกปัญหาที่พบคือการรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจมีข้อกำหนดด้านแรงดันและกระแสที่ไม่เหมือนกัน การแก้ไขสามารถทำได้โดยเพิ่มการกำหนดค่าขอบเขตของแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับอุปกรณ์แต่ละประเภท เพื่อลดความเสี่ยงที่อุปกรณ์จะได้รับความเสียหาย นอกจากนี้ ระบบยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมให้รองรับการแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้พลังงานผิดปกติ หรือการเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานในระยะยาว เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

แนวทางในการแก้ไขปัญหา คือสามารถใช้การแจ้งเตือนผู้ใช้เมื่อมีการขาดการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต หรือพัฒนาให้ระบบทำงานในโหมดออฟไลน์ชั่วคราว โดย ESP32 จะสามารถควบคุมอุปกรณ์พื้นฐานตามคำสั่งที่ตั้งล่วงหน้าไว้ได้ และเมื่อการเชื่อมต่อกลับมาเป็นปกติ ระบบก็จะอัปเดตสถานะอีกครั้ง นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันได้เมื่อระบบเชื่อมต่อกลับมาใช้งานได้ปกติ

นอกจากนี้ ปรินซิเพิลบอร์ดนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้อีกหลายด้าน เช่น การปรับปรุงให้รองรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่หลากหลายขึ้น การเพิ่มพีเจิร์สำหรับควบคุมการทำงานผ่านอินเทอร์เน็ตในรูปแบบที่ไม่ต้องพึ่งพาเครือข่ายเดียวกัน และการบันทึกข้อมูลการใช้งานเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานในระยะยาว รวมถึงสามารถพัฒนาการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ในกรณีที่มีการใช้พลังงานผิดปกติ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการลดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง และช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Smart home with Raspberry Pi

https://www.unipi.technology/case_study/smart-home-with-raspberry-pi-204

[2] HTML Javascript

<https://www.javatpoint.com/html-javascript>

[3] Create a website with CSS framework

https://www.w3schools.com/howto/howto_website.asp

[4] WS2812 Datasheet

https://www.digikey.ch/htmldatasheets/production/2371852/0/0/1/ws2812b-led.html?srsId=AfmBOoooWEfs_3uWzMk1yaq-vK-tD5K8otjv-B5OH2WCz3h72d_pGDTm

[5] Raspberry Pi 4

<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>

[6] ESP32

https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป QR Code สำหรับสแกนชมคลิปการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน



ลิงค์สำหรับชมคลิปการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

<https://www.youtube.com/watch?v=bsPql6UOI07>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งสำหรับการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

ส่วน Frontend

//-----//

Page analytic

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp"
rel="stylesheet">
  <link rel="stylesheet" href="./style.css">
  <title>Analytics</title>
</head>
<body class="analytic">
  <div class="main1">
    <h1 class="head-name2">Analytics</h1>
    <main class="table">
      <section class="table__header">
        <h1>All Devices</h1>
      </section>
      <section class="table__body">
        <table>
          <thead>
            <tr>
              <th> Names Devices </th>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<th> Status </th>
<th> Online Time(Second) </th>
<th> Current(kWh) </th>
<th> <span class="currency"></span> </th>
<th> Life Time(Second) </th>
</tr>
</thead>
<tbody id="device-table-body">
<!-- JavaScript จะเติมข้อมูลที่นี่ -->
</tbody>
</table>
</section>
</main>
<div class="card1">
<div class="card">
<div class="card-content">
<div class="number1">Electricity Total Usage</div>
<div class="card-name1"><span id="total-usage">0</span></div>
</div>
<div class="icon-box">
<svg> <circle cx="38" cy="38" r="36"></circle></svg>
<span class="material-icons-sharp icons">bolt</span>
</div>
</div>
<div class="card">
<div class="card-content">
<div class="number1">Electricity Cost</div>
<div class="card-name1" ><span id="total-cost">0</span></div>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</div>
<div class="icon-box">
  <svg> <circle cx="38" cy="38" r="36"></circle></svg>
  <span class="material-icons-sharp icons">payment</span>
</div>
</div>
</div>
</div>
</body>
</html>
//-----//
Page dashboard
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp"
rel="stylesheet">
  <link rel="stylesheet" href="./style.css">
  <title>Dashboard</title>
</head>
<body>

  <div class="main">
    <h1 class="head-name1">Dashboard</h1>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<div class="cards">
  <div class="card">
    <div class="card-content">
      <div class="number"></div>
      <div class="card-name">Lightbulb On</div>
    </div>
    <div class="icon-box">
      <svg> <circle cx="38" cy="38" r="36"></circle></svg>
      <span class="material-icons-sharp icons">lightbulb</span>
    </div>
  </div>
  <div class="card">
    <div class="card-content">
      <div class="number" id="energy"></div>
      <div class="card-name">Sum Curent</div>
    </div>
    <div class="icon-box">
      <svg><circle cx="38" cy="38" r="36"></circle></svg>
      <span class="material-icons-sharp icons">electric_meter</span>
    </div>
  </div>
  <div class="card">
    <div class="card-content">
      <div class="number" id="thb" class="currency"></div>
      <div class="card-name">Sum Money</div>
    </div>
    <div class="icon-box">
      <svg><circle cx="38" cy="38" r="36"></circle></svg>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        <span class="material-icons-sharp icons">payments</span>
    </div>
</div>
</div>
<div class="charts">
    <div class="chart">
        <h2>Realtime Current in Today(Kwh)</h2>
        <canvas id="barChart"></canvas>
    </div>
    <div class="chart">
        <h2>Total Lightbulbs</h2>
        <canvas id="doughnutChart"></canvas>
    </div>
</div>
</div>
</body>
</html>

//-----//
Page device

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp"
rel="stylesheet">
    <link rel="stylesheet" href="./style.css">
    <title>Device</title>
</head>
<body>
    <div class="main">
        <h1 class="head-name1">Device</h1>
        <div class="main-controls">
            <button id="scan">
                <span class="material-icons-sharp icon">add</span>
            </button>
            <div id="controls">
                <div id="device-container"></div>
            </div>
        </div>
    </div>
</body>
</html>

```

```
//-----//
```

Page log

```
<!DOCTYPE html>
```

```
<html lang="en">
```

```
<head>
```

```
    <meta charset="UTF-8">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
<link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp"
rel="stylesheet">
<link rel="stylesheet" href="../style.css">
<title>log</title>
</head>
<body>
<div class="main1">
<h1 class="head-name2">Activity Log</h1>
<div class="main-log">
<section class="table__header">
<h1>Activity Devices</h1>
</section>
<section class="table__body">
<div id="log" class="log-box">
</div>
</section>
</div>
</div>
</body>
</html>

```

```
//-----//
```

Page Setting

```
<!DOCTYPE html>
```

```
<html lang="en">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Rates Setting</title>
  <link rel="stylesheet" href="../style.css">
</head>
<body>
  <div class="main1">
    <!-- Header -->
    <h1 class="head-name2">Rates Setting</h1>

    <!-- Content -->
    <div class="container-set">
      <div class="card-set">
        <div class="row-set">
          <label for="rate">Rate</label>
          <input type="number" id="rate" class="input-field" value="3" min="0"
step="0.01"> <span class="unit">kWh</span>
        </div>
        <div class="row-set">
          <label for="currency">Currency</label>
          <select id="currency" class="select-field">
            <option value="THB">THB</option>
            <option value="USD">USD</option>
            <option value="EUR">EUR</option>
          </select>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    </div>
</body>
</html>

```

```
//-----//
```

Frontend Script

```

const sideMenu = document.querySelector('aside');
const menuBtn = document.getElementById('menu-btn');
const closeBtn = document.getElementById('close-btn');

const darkMode = document.querySelector('.dark-mode');

menuBtn.addEventListener('click', () => {
    sideMenu.style.display = 'block';
});

closeBtn.addEventListener('click', () => {
    sideMenu.style.display = 'none';
});

document.getElementById("logout-link").addEventListener("click", function(event) {
    event.preventDefault(); // Prevent default anchor behavior

    // Redirect to login page, removing current page from history stack

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

window.location.replace("../index.html");
});

// SPA
let activityLog = [];
let connectedDevices = [];
let characteristic = null;
let currentPage = null;
let isGattOperationInProgress = false;
let debounceTimeout = null; // สำหรับ debounce
let commandQueue = [];
let isProcessingQueue = false;

const socket = io('http://localhost:3000');

document.addEventListener('DOMContentLoaded', function () {

// ฟังก์ชันโหลดเนื้อหาเพจ
function loadContent(page) {
  if (currentPage === page) {
    console.log('Page is already loaded.');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

console.error('Content div not found');
return;
}

fetch(`pages/${page}.html?t=${new Date().getTime()}`) // เพิ่ม timestamp
.then(response => {
  if (!response.ok) throw new Error('Page not found');
  return response.text();
})
.then(html => {
  contentDiv.innerHTML = html;

  if (page === 'dashboard') {
    initializeBarChart();
    updateDoughnutChart();
  } else if (page === 'device') {
    setupDeviceControls();

    connectedDevices.forEach((device, index) => {
      if (device && device.device.gatt.connected) {
        createDeviceCard(device.name || `Device ${index + 1}`,
index + 1);
      }
    });
  } else if (page === 'log') {
    const logBox = document.getElementById('log');
    if (logBox) {
      logBox.innerHTML = ""; // ล้าง logBox ก่อน

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

if (dashboardLink) {
  dashboardLink.addEventListener('click', (event) => {
    event.preventDefault();
    loadContent('dashboard');
    window.history.pushState(null, '#dashboard');
  });
}

if (analyticLink) {
  analyticLink.addEventListener('click', (event) => {
    event.preventDefault();
    loadContent('analytic');
    window.history.pushState(null, '#analytic');
  });
}

if (deviceLink) {
  deviceLink.addEventListener('click', (event) => {
    event.preventDefault();
    loadContent('device');
    window.history.pushState(null, '#device');
  });
}

if (logLink) {
  logLink.addEventListener('click', (event) => {
    event.preventDefault();
    loadContent('log');
  });
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        window.history.pushState(null, '', '#log');
    });
}

if (settingsLink) {
    settingsLink.addEventListener('click', (event) => {
        event.preventDefault();
        loadContent('settings');
        window.history.pushState(null, '', '#settings');
    });
}
}

// ฟังก์ชันจัดการบลูทูธ
async function setupDeviceControls() {
    try {
        if (isGattOperationInProgress) {
            console.warn('A GATT operation is already in progress. Please wait.');
```



```

            addLog('A GATT operation is already in progress. Please wait.');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

scanButton.addEventListener('click', async () => {
  // Debounce to prevent multiple rapid clicks
  if (debounceTimeout) {
    console.warn('Please wait before trying again.');
```

return;

```

  }
  debounceTimeout = setTimeout(() => {
    debounceTimeout = null;
  }, 2000); // 2-second debounce

  if (isGattOperationInProgress) {
    console.warn('A GATT operation is already in progress. Please wait.');
```

addLog('A GATT operation is already in progress. Please wait.');

```

    return;
  }

  isGattOperationInProgress = true; // Set the flag to prevent concurrent
operations

  try {
    const device = await navigator.bluetooth.requestDevice({
      acceptAllDevices: true,
      optionalServices: ['12345678-1234-1234-1234-123456789012']
    });

    const server = await device.gatt.connect();
    const service = await server.getPrimaryService('12345678-1234-1234-
1234-123456789012');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const characteristic = await service.getCharacteristic('87654321-4321-4321-4321-210987654321');
```

```
await characteristic.startNotifications();
characteristic.addEventListener('characteristicvaluechanged', event => {
  const value = new TextDecoder().decode(event.target.value);
  addLog(`Device ${device.name || 'Unknown'} sent: ${value}`);
});
```

```
device.addEventListener('gattserverdisconnected', () =>
  handleDisconnection(device));
```

```
device.gatt.ondisconnect = () => handleDisconnection(device);
```

```
const connectionStartTime = Math.floor(Date.now() / 1000); // บันทึกเวลาที่เริ่มเชื่อมต่อ
```

```
connectedDevices.push({ device, characteristic, connectionStartTime });
```

```
socket.emit('device_connected', device.name);
```

```
createDeviceCard(device.name, connectedDevices.length);
```

```
await saveDeviceStatusToDatabase(device.name, true);
```

```
await insertDeviceIfNotExists(device.name);
```

```
const controls = document.getElementById('controls');
```

```
if (controls) {
```

```
  controls.style.display = 'flex';
```

```
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

        body: JSON.stringify({ deviceName })
    });

    if (!response.ok) {
        throw new Error('Failed to insert device: ${response.statusText}');
    }

    console.log('✅ Device '${deviceName}' checked/inserted successfully.');
```

```

    } catch (error) {
        console.error('❌ Error inserting device '${deviceName}':', error);
    }
}

function handleDisconnection(device) {
    console.warn('🔴 Device ${device.name} disconnected unexpectedly.');
```

```

    saveDeviceStatusToDatabase(device.name, false);
    // ส่งแจ้งเตือนไป Backend
    socket.emit('device_disconnected', device.name);

    // ลบ UI ของอุปกรณ์
    const deviceCard = document.getElementById('device-card-${device.name}');
    if (deviceCard) {
        deviceCard.remove();
        console.log('🗑️ Removed device card: ${device.name}');
```

```

    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// ลบออกจาก connectedDevices
connectedDevices = connectedDevices.filter(dev => dev.device.name !==
device.name);
```

```
// ลบค่าใน localStorage
localStorage.removeItem(`deviceStatus_${device.name}`);
```

```
addLog('❌ ${device.name} disconnected.');
```

```
}
```

```
window.addEventListener("beforeunload", () => {
  console.log("🔄 Disconnecting all devices before page reload..!");
  connectedDevices.forEach(deviceEntry => {
    if (deviceEntry.device.gatt.connected) {
      deviceEntry.device.gatt.disconnect();
      handleDisconnection(deviceEntry.device);
    }
  });
});
```

```
console.log("✅ All devices disconnected successfully.");
});
```

```
async function fetchDevices() {
  const tableBody = document.getElementById('device-table-body');
  if (!tableBody) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

console.warn('Warning: Table body not found. Skipping fetchDevices().');
return;
}

try {
  const response = await fetch('http://localhost:3000/api/devices');
  const devices = await response.json();
  devices.sort((a, b) => a.id - b.id);

  // ดึงค่า currency จาก localStorage
  const savedCurrency = localStorage.getItem('currency') || 'THB';

  tableBody.innerHTML = "";

  devices.forEach(device => {
    const onlineTimeValue = Number(device.online_time) || 0;
    const lifeTimeValue = Number(device.life_time) || 0;
    const energyValue = Number(device.current) || 0;
    const costTHB = Number(device.thb) || 0;

    // แปลงค่า cost ตาม currency ที่เลือก
    const costValue = convertCurrency(costTHB, "THB", savedCurrency);

    const row = `
      <tr>
        <td>${device.name}</td>
        <td>${device.status} ? <span class="material-icons-sharp">flash_on</span> : <span class="material-icons-sharp">flash_off</span>`</td>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        <td>${onlineTimeValue.toFixed(2)}</td>
        <td>${energyValue.toFixed(2)}</td>
        <td>${costValue} ${savedCurrency}</td>
        <td><strong>${lifeTimeValue.toFixed(2)}</strong></td>
    </tr>
    `;
    tableBody.insertAdjacentHTML('beforeend', row);
  });

  console.log(`✅ Fetched devices successfully with currency:
  ${savedCurrency}`);
} catch (err) {
  console.error(`❌ Error fetching devices:`, err);
}
}

async function updateLightbulbStatus() {
  try {
    // ดึงข้อมูลอุปกรณ์จาก Backend
    const response = await fetch('http://localhost:3000/api/devices');
    const devices = await response.json();

    if (!response.ok) throw new Error("Failed to fetch device data");

    // นับจำนวนอุปกรณ์ทั้งหมด และอุปกรณ์ที่เปิด (status = true)
    const totalDevices = devices.length;
    const activeDevices = devices.filter(device => device.status === true).length;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// อัปเดต UI
const lightbulbElement = document.querySelector('.card-content .number');
if (lightbulbElement) {
    lightbulbElement.textContent = `${activeDevices}/${totalDevices}`;
}

console.log('✅ Lightbulb Status Updated:
${activeDevices}/${totalDevices}');
} catch (error) {
    console.error('❌ Error updating lightbulb status:', error);
}
}
setInterval(updateLightbulbStatus);

function loadanalytic() {
    const savedCurrency = localStorage.getItem('currency') || 'THB'; // โทลด์ค่า
    currency จาก localStorage หรือใช้ค่า default
    updateCurrencyInHTML(savedCurrency);
}

function updateCurrencyInHTML(currency) {
    const currencyElements = document.querySelectorAll('.currency'); // เลือกรทุก
    element ที่มี class currency

    currencyElements.forEach(element => {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        element.textContent = currency; // เปลี่ยนค่าในแต่ละ element เป็นค่า currency
    ที่เลือก
    });
}

```

```

function loadSettings() {
    const rateInput = document.getElementById('rate');
    const currencySelect = document.getElementById('currency');

    // โหลดค่าที่บันทึกไว้ (ถ้ามี)
    const savedRate = localStorage.getItem('electricityRate');
    const savedCurrency = localStorage.getItem('currency');

    if (savedRate) rateInput.value = savedRate;
    if (savedCurrency) {
        currencySelect.value = savedCurrency;
        updateCurrencyInHTML(savedCurrency);
    }

    //  เมื่อเปลี่ยนค่า Rate ให้ส่งไปยัง Backend
    rateInput.addEventListener('input', async () => {
        const rateValue = parseFloat(rateInput.value);
        if (isNaN(rateValue) || rateValue <= 0) {
            console.error("✗ Invalid rate value:", rateValue);
            return;
        }
    });
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

console.log("🚀 Sending request with:", { rate: rateValue });

try {
  const response = await fetch('http://localhost:3000/api/update-electricity-
rate', {
    method: 'POST',
    headers: { 'Content-Type': 'application/json' },
    body: JSON.stringify({ rate: rateValue })
  });

  const result = await response.json();
  console.log("✅ Response:", result);
} catch (error) {
  console.error("❌ Error updating electricity rate:", error);
}

currencySelect.addEventListener('change', () => {
  const selectedCurrency = currencySelect.value;
  localStorage.setItem('currency', selectedCurrency);
  console.log('Currency saved:', selectedCurrency);
  updateCurrencyInHTML(selectedCurrency);
});
}

```

```

const exchangeRates = {
  THB: 1, // ค่าเริ่มต้นเป็นบาท

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

USD: 0.028, // 1 THB ≈ 0.028 USD
EUR: 0.025 // 1 THB ≈ 0.025 EUR
};

function convertCurrency(amount, from = "THB", to = "THB") {
  if (exchangeRates[to] && exchangeRates[from]) {
    return (amount * exchangeRates[to] / exchangeRates[from]).toFixed(2);
  }
  return amount.toFixed(2); // ถ้าไม่มีเรท ให้คืนค่าเดิม
}

// อัปเดตพลังงานและสถานะของอุปกรณ์
function updateDevicesEnergyAsync() {
  setInterval(async () => {
    let recordsToInsert = [];

    for (let deviceEntry of connectedDevices) {
      if (!deviceEntry || !deviceEntry.device || !deviceEntry.device.name) continue;

      deviceEntry.accumulatedTime = (deviceEntry.accumulatedTime || 0) + 1;

      if (deviceEntry.accumulatedTime >= 30) {
        recordsToInsert.push({
          name: deviceEntry.device.name.trim().toLowerCase(),
          timeInSeconds: deviceEntry.accumulatedTime
        });
      }
    }
  });
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        deviceEntry.accumulatedTime = 0;
    }
}

if (recordsToInsert.length > 0) {
    try {
        await fetch('http://localhost:3000/api/update-energy', {
            method: 'POST',
            headers: { 'Content-Type': 'application/json' },
            body: JSON.stringify({ records: recordsToInsert })
        });
        console.log("✅ Energy data sent to backend successfully.");
    } catch (error) {
        console.error("❌ Error sending energy data:", error);
    }
}
}, 1000);
}

updateDevicesEnergyAsync();

```

```
setInterval(fetchDevices, 15000);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

window.createDeviceCard = function (deviceName) {
  const container = document.getElementById('device-container');

  if (!container) {
    console.error('Device container not found. ');
    return;
  }

  const card = document.createElement('div');
  card.className = 'light-card';
  card.id = `device-card-${deviceName}`;

  //  Load saved status from localStorage with the new key name
  (deviceState)
  const savedStatus =
  JSON.parse(localStorage.getItem(`deviceState_${deviceName}`)) || false;

  card.innerHTML = `
    <h2>${deviceName}</h2>
    <span class="material-icons-sharp icon">lightbulb</span>
    <label class="switch">
      <input type="checkbox" id="switch-${deviceName}" ${savedStatus ?
  'checked' : ''} onchange="toggleLight('${deviceName}')">
      <span class="slider-switch"></span>
    </label>
  `;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    <label>Choose Color: <input type="color" id="colorPicker-`${deviceName}`"
value="#ffffff" onchange="changeColor(`${deviceName}`)"></label>
    <input type="range" id="slider-`${deviceName}`" class="slider" min="0" max="1"
step="0.1" value="1.0" oninput="adjustBrightness(`${deviceName}`)">
    <button class="disconnect-btn"
onclick="disconnectDevice(`${deviceName}`)">Disconnect</button>
    `;

    container.appendChild(card);
    console.log(`✅ Created device card for ${deviceName}`);
};

window.disconnectDevice = async function (deviceName) {
    // ค้นหาอุปกรณ์ใน connectedDevices โดยใช้ deviceName
    const deviceIndex = connectedDevices.findIndex(deviceEntry =>
        deviceEntry.device.name.toLowerCase() ===
deviceName.toLowerCase());
    };

    if (deviceIndex === -1) {
        console.error(`❌ Device ${deviceName} not found in connectedDevices.`);
        return;
    }

    const deviceEntry = connectedDevices[deviceIndex];

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (deviceEntry && deviceEntry.device.gatt.connected) {
  try {
    deviceEntry.device.gatt.disconnect();
    socket.emit('device_disconnected', deviceEntry.device.name); // แจ้งไปยัง
backend

    console.log('🔴 Device Disconnected: ${deviceEntry.device.name}');

    // ลบ Card ของอุปกรณ์ออกจาก UI
    const deviceCard = document.getElementById(`device-card-${deviceName}`);
    if (deviceCard) {
      deviceCard.remove();
      console.log('🗑️ Removed device card: ${deviceEntry.device.name}');
    }

    // ลบอุปกรณ์จาก connectedDevices
    connectedDevices.splice(deviceIndex, 1);

    // ลบค่าใน localStorage เพื่อไม่ให้สถานะค้าง
    localStorage.removeItem(`deviceStatus_${deviceName}`);

    await saveDeviceStatusToDatabase(deviceEntry.device.name, false);

  } catch (error) {
    console.error('Failed to disconnect:', error);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

};

```

async function sendCommand(deviceName, command) {
  const deviceEntry = connectedDevices.find(device => device.device.name ===
deviceName);

  if (deviceEntry && deviceEntry.characteristic) {
    try {
      const encoder = new TextEncoder();
      await deviceEntry.characteristic.writeValue(encoder.encode(command));
      addLog(`Command sent to ${deviceName}: ${command}`);
    } catch (error) {
      addLog(`Failed to send command to ${deviceName}: ${error.message}`);
      console.error(error);
    }
  } else {
    addLog(`⚠️ Device ${deviceName} is not connected!`);
  }
}
}

```

```

async function processQueue() {
  if (isProcessingQueue || commandQueue.length === 0) return;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

isProcessingQueue = true;
while (commandQueue.length > 0) {
  const { deviceName, command } = commandQueue.shift();
  await sendCommand(deviceName, command);
}
isProcessingQueue = false;
}

```

```

window.toggleLight = async function (deviceName) {
  const switchElement = document.getElementById(`switch-${deviceName}`);
  if (!switchElement) {
    console.error('✗ Switch element for ${deviceName} not found.');
```



```

    return;
  }

  const status = switchElement.checked;
  localStorage.setItem(`deviceState_${deviceName}`, JSON.stringify(status));

  let ledbulb = status ? 7.02 : 0.00;
  localStorage.setItem(`ledbulb_${deviceName}`, ledbulb.toFixed(2));

  console.log('📝 ToggleLight | ${deviceName} | Status: ${status} | ledbulb:
  ${ledbulb}');
```

```
//  ส่งค่า ledbulb ไปที่ Backend
```

```

try {
  await fetch('http://localhost:3000/api/update-ledbulb', {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

method: 'POST',
headers: { 'Content-Type': 'application/json' },
body: JSON.stringify({ deviceName, ledbulb })
});
console.log('✅ Updated ledbulb for ${deviceName} in backend.');
```

```

} catch (error) {
console.error("❌ Error updating ledbulb:", error);
}

// ส่งคำสั่งเปิด/ปิดไปที่อุปกรณ์
await sendCommand(deviceName, `${deviceName}:${status ? 'on' : 'off'}`);
};

function loadSwitchStates() {
setTimeout(() => {
document.querySelectorAll('[id^="switch-"]').forEach(switchElement => {
const deviceName = switchElement.id.replace('switch-',
).trim().toLowerCase();
const savedStatus = localStorage.getItem(`deviceStatus_${deviceName}`);
if (savedStatus !== null) {
switchElement.checked = JSON.parse(savedStatus);
}
});
}, 500); // รอให้ DOM โหลดเสร็จก่อน
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window.addEventListener('load', loadSwitchStates);
```

```

async function saveDeviceStatusToDatabase(deviceName, status) {
  try {
    const response = await fetch('/api/save-device-status', {
      method: 'POST',
      headers: {
        'Content-Type': 'application/json'
      },
      body: JSON.stringify({
        deviceName,
        status
      })
    });

    if (!response.ok) {
      throw new Error('Failed to save device status: ${response.statusText}');
    }

    console.log('✅ Device status for ${deviceName} saved to database
  successfully.');
```

```

    } catch (error) {
      console.error('❌ Error saving status for ${deviceName}:', error);
    }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

async function updateElectricitySummary() {
  try {
    const response = await fetch('http://localhost:3000/api/electricity-summary');
    const data = await response.json();

    if (!response.ok) throw new Error(data.error || "Failed to fetch data");

    // ✓ ป้องกัน null/undefined โดยใช้ || 0
    const totalUsage = Number(data.totalUsage) || 0;
    const totalCostTHB = Number(data.totalCost) || 0;

    const savedCurrency = localStorage.getItem('currency') || 'THB';
    const totalCostConverted = convertCurrency(totalCostTHB, "THB",
savedCurrency);

    // ✓ ใช้ .querySelectorAll เพื่อให้เลือกได้ถูกต้อง
    const elements = document.querySelectorAll('.card-name1');
    if (elements.length >= 2) {
      elements[0].textContent = `${totalUsage.toFixed(2)} kW`;
      elements[1].textContent = `${totalCostConverted} ${savedCurrency}`;
    }

    console.log(`✓ Electricity Summary Updated: ${totalUsage} kW,
${totalCostConverted} ${savedCurrency}`);
  } catch (error) {
    console.error("✗ Error updating electricity summary:", error);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
  }

  async function dashboardElectricitySummary() {
    try {
      const response = await fetch('http://localhost:3000/api/electricity-summary');
      const data = await response.json();

      if (!response.ok) throw new Error(data.error || "Failed to fetch data");

      // ✓ ป้องกัน null/undefined โดยใช้ || 0
      const totalUsage = Number(data.totalUsage) || 0;
      const totalCost = Number(data.totalCost) || 0;
      const savedCurrency = localStorage.getItem('currency') || 'THB';
      const totalCostConverted1 = convertCurrency(totalCost, "THB",
savedCurrency);

      // ✓ อัปเดตค่าใน HTML ให้ตรงกับข้อมูลจากรฐานข้อมูล
      const energyElement = document.getElementById('energy');
      const thbElement = document.getElementById('thb');

      if (energyElement) {
        energyElement.textContent = `${totalUsage.toFixed(2)} kWh`; // อัปเดต
พลังงานรวม
      }
    }
  }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    if (thbElement) {
        thbElement.textContent = `${totalCostConverted1} ${savedCurrency}`; //
อัปเดตราคาค่าไฟ
    }

```

```

    console.log('✅ Electricity Summary Updated: ${totalUsage} kWh,
    ${totalCost} THB');

```

```

    } catch (error) {
        console.error("❌ Error updating electricity summary:", error);
    }
}

```

```

// ✅ เรียกฟังก์ชันทุก 15 วินาที เพื่ออัปเดตข้อมูลอัตโนมัติ
setInterval(dashboardElectricitySummary,3000);
setInterval(updateElectricitySummary,3000);

```

```

let brightnessDebounceTimeout = null;

```

```

window.adjustBrightness = function (deviceName) {
    const slider = document.getElementById(`slider-${deviceName}`);
    let brightness = Math.round(slider.value * 100);

    if (brightnessDebounceTimeout) clearTimeout(brightnessDebounceTimeout);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

brightnessDebounceTimeout = setTimeout(async () => {

    let adjustedLedBulb = (brightness / 100) * 7.02;

    localStorage.setItem(`ledbulb_${deviceName}`, adjustedLedBulb.toFixed(2));

    console.log(`💡 Brightness for ${deviceName}: ${brightness}% | ledbulb:
    ${adjustedLedBulb}`);

    // ✅ ส่งค่า ledbulb ไปที่ Backend
    try {
        await fetch('http://localhost:3000/api/update-ledbulb', {
            method: 'POST',
            headers: { 'Content-Type': 'application/json' },
            body: JSON.stringify({ deviceName, ledbulb: adjustedLedBulb })
        });
        console.log(`✅ Updated brightness for ${deviceName} in backend.`);
    } catch (error) {
        console.error("❌ Error updating brightness:", error);
    }

    // ส่งคำสั่งปรับความสว่างไปที่อุปกรณ์
    const command = `${deviceName}:brightness:${slider.value}`;
    commandQueue.push({ deviceName, command });
    processQueue();
}, 200);
};

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

async function addLog(message) {
  const now = new Date();
  const formattedDate = now.toISOString().split('T')[0]; // YYYY-MM-DD
  const formattedTime = now.toTimeString().split(' ')[0]; // HH:MM:SS

  await fetchLogs();

  // ◆ บันทึก Log ลงใน Database
  await saveLogToDatabase(formattedDate, formattedTime, message);
}

async function saveLogToDatabase(date, time, message) {
  try {
    const response = await fetch('http://localhost:3000/api/insert-log', {
      method: 'POST',
      headers: { 'Content-Type': 'application/json' },
      body: JSON.stringify({ date, time, message })
    });

    if (!response.ok) throw new Error("Failed to insert log data");

    console.log(" ✔ Log saved to database successfully");
  } catch (error) {
    console.error(" ✘ Error saving log to database:", error);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
  }
}

```

```

async function fetchLogs() {
  try {
    const response = await fetch("http://localhost:3000/api/get-logs");
    const logs = await response.json();

    if (!response.ok) throw new Error("Failed to fetch logs");

    const logBox = document.getElementById('log');
    if (logBox) {
      logBox.innerHTML = ""; // ล้าง logBox ก่อน
      logs.forEach(logEntry => {
        const logElement = document.createElement('div');
        logElement.className = 'log-entry';
        logElement.textContent = `${logEntry.log_date} ${logEntry.log_time} -
        ${logEntry.message}`;
        logBox.appendChild(logElement);
      });
      logBox.scrollTop = logBox.scrollHeight; // Scroll to bottom
    }

    console.log("✅ Logs fetched successfully");

  } catch (error) {
    console.error("❌ Error fetching logs:", error);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
}

setInterval(fetchLogs, 5000);

window.changeColor = function (deviceName) {
    const colorPicker = document.getElementById(`colorPicker-${deviceName}`);
    const color = colorPicker.value;
    const rgb = hexToRgb(color);

    if (rgb) {
        sendCommand(deviceName, `${deviceName}:color:${rgb.r},${rgb.g},${rgb.b}`);
        addLog('🌈 Color changed for ${deviceName} to RGB(${rgb.r}, ${rgb.g}, ${rgb.b})');
    } else {
        addLog('❌ Failed to parse color for ${deviceName}');
    }
};

function hexToRgb(hex) {
    const match = hex.match(/^#?([a-f\d]{2})([a-f\d]{2})([a-f\d]{2})$/i);
    if (match) {
        return {
            r: parseInt(match[1], 16),
            g: parseInt(match[2], 16),
            b: parseInt(match[3], 16)
        };
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return null; // กรณีไม่ใช่ HEX ที่ถูกต้อง
}

```

```

// ฟังก์ชันสำหรับกราฟ
async function initializeBarChart() {
  const canvas = document.getElementById('barChart');
  if (canvas) {
    const ctx = canvas.getContext('2d');
    try {
      // ดึงข้อมูลจาก API สำหรับ 7 วันล่าสุด
      const response = await fetch('http://localhost:3000/api/dashboard-last-7-
days');
      const data = await response.json();
      if (!response.ok) {
        throw new Error('Failed to fetch data');
      }
    }

    // สร้าง label และ data สำหรับกราฟ
    let labels = [];
    let dataValues = [];
    let dailyDeviceUsage = [];

    // สร้างข้อมูลกราฟจากข้อมูลที่ดึงมา

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

data.summary.forEach(record => {
    const date = new Date(record.date);
    const formattedDate = date.toLocaleDateString('th-TH', { weekday:
'short' }); // ใช้ภาษาไทย

    // เพิ่มวันใน labels
    labels.push(formattedDate); // ใช้วันที่จากฐานข้อมูลใน labels

    // เพิ่มค่า total_current (ผลรวม current ทุกอุปกรณ์)
    dataValues.push(record.total_current); // ใช้ผลรวม current ของทุกอุปกรณ์

    // เพิ่มข้อมูลอุปกรณ์ในแต่ละวัน
    dailyDeviceUsage.push(
        data.details.filter(detail => detail.date === record.date) // ข้อมูลของ
        );
    });

// สร้างกราฟแท่ง
const barChart = new Chart(ctx, {
    type: 'bar',
    data: {
        labels: labels,
        datasets: [{
            label: 'Energy Usage (kWh)',
            data: dataValues,
            backgroundColor: 'rgba(54, 162, 235, 0.6)',
            borderColor: 'rgba(54, 162, 235, 1)',

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

});

// แสดงกราฟโดนัทของวันล่าสุด (ดึงข้อมูลวันล่าสุดจาก dailyDeviceUsage)
if (dailyDeviceUsage.length > 0) {
  const lastDayData = dailyDeviceUsage[0]; // วันล่าสุด
  updateDoughnutChart(labels[0], lastDayData); // เรียกใช้ งาน
updateDoughnutChart เพื่อแสดงกราฟโดนัทของวันล่าสุด
}

} catch (error) {
  console.error("Error fetching data:", error);
}
}
}

function updateDoughnutChart(selectedDay, specificData) {
  const canvas = document.getElementById('doughnutChart');
  if (!canvas) return; // ถ้า canvas ไม่พบให้หยุดการทำงาน

  const ctx = canvas.getContext('2d');

  // ตรวจสอบว่า specificData เป็นอาร์เรย์ที่มีข้อมูลหรือไม่
  if (!Array.isArray(specificData) || specificData.length === 0) {
    console.error("✘ No valid data to display in the doughnut chart.");
    return;
  }

  const labels = specificData.map(device => device.name); // ชื่ออุปกรณ์

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const data = specificData.map(device => device.current); // ค่า current ของแต่ละ
อุปกรณ์
```

```
// รีเซ็ตกราฟเก่าและสร้างกราฟใหม่
if (window.doughnutChartInstance) {
  window.doughnutChartInstance.destroy(); // ทำลายกราฟเก่าก่อน
}

// สร้างกราฟใหม่
window.doughnutChartInstance = new Chart(ctx, {
  type: 'doughnut',
  data: {
    labels: labels,
    datasets: [{
      label: 'Energy Usage (kWh)',
      data: data,
      backgroundColor: [
        'rgba(255, 99, 132, 1)',
        'rgba(255, 206, 86, 1)',
        'rgba(41, 155, 99, 1)',
        'rgba(54, 162, 235, 1)'
      ],
      borderWidth: 1,
    }],
  },
  options: {
    responsive: true,
  }
});
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

// ตั้งค่า popstate
window.addEventListener('popstate', function () {
  const hash = window.location.hash.slice(1);
  loadContent(hash);
});

// โหลดเพจแรกเมื่อเปิด SPA
window.addEventListener('load', function () {
  const hash = window.location.hash.slice(1) || 'dashboard';
  loadContent(hash);
  setUpLinks();
});

//-----//
Frontend CSS

@import
url('https://fonts.googleapis.com/css2?family=Poppins:wght@300;400;500;600;700;800
&display=swap');
:root{
  --color-primary: #6C9BCF;
  --color-danger: #FF0060;
  --color-success: #1B9C85;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

--color-warning: #F7D060;
--color-white: #fff;
--color-info-dark: #7d8da1;
--color-dark: #363949;
--color-light: rgba(132, 139, 200, 0.18);
--color-dark-variant: #677483;
--color-background: #f6f6f9;
--color-blue: #007bff;

--card-border-radius: 2rem;
--border-radius-1: 0.4rem;
--border-radius-2: 1.2rem;
--card-padding: 1.8rem;
--padding-1: 1.2rem;
--box-shadow: 0 2rem 3rem var(--color-light);
}

.dark-mode-variables{
--color-background: #181a1e;
--color-white: #202528;
--color-dark: #edeffd;
--color-dark-variant: #a3bdcc;
--color-light: rgba(0, 0, 0, 0.4);
--box-shadow: 0 2rem 3rem var(--color-light);
}

*{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

margin: 0;
padding: 0;
outline: 0;
appearance: 0;
border: 0;
text-decoration: none;
box-sizing: border-box;
}

html{
  font-size: 19px;
}

body{
  width: 100vw;
  height: 100vh;
  font-family: 'Poppins', sans-serif;
  font-size: 0.88rem;
  user-select: none;
  overflow-x: hidden;
  color: var(--color-dark);
  background-color: var(--color-background);
}

a{
  color: var(--color-dark);
}

img{

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

display: block;
width: 100%;
object-fit: cover;
}

```

```

h1{
font-weight: 600;
font-size: 1.8rem;
}

```

```

h2{
margin-top: 12px;
font-weight: 600;
font-size: 1.4rem;
}

```

```

h3{
font-weight: 500;
font-size: 0.87rem;
}

```

```

small{
font-size: 0.76rem;
}

```

```

p{
color: var(--color-dark-variant);
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

b{
  color: var(--color-dark);
}

.text-muted{
  color: var(--color-info-dark);
}

.primary{
  color: var(--color-primary);
}

.danger{
  color: var(--color-danger);
}

.success{
  color: var(--color-success);
}

.warning{
  color: var(--color-warning);
}

.container{
  display: grid;
  width: 96%;
  margin: 0 auto;
  gap: 1.8rem;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    grid-template-columns: 12rem auto 23rem;
}

```

```

aside{
    height: 100vh;
}

```

```

aside .toggle{
    display: flex;
    align-items: center;
    justify-content: space-between;
    margin-top: 1.4rem;
}

```

```

aside .toggle .logo{
    display: flex;
}

```

```

aside .toggle .logo img{
    width: 3rem;
    height: 3rem;
}

```

```

aside .toggle .close{
    padding-right: 1rem;
    display: none;
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

aside .sidebar{
  display: flex;
  flex-direction: column;
  background-color:var(--color-white);
  box-shadow: var(--box-shadow);
  border-radius: 15px;
  height: 82vh;
  position: relative;
  top: 1.5rem;
  transition: all 0.3s ease;
}

```

```

aside .sidebar:hover{
  box-shadow: none;
}

```

```

aside .sidebar a{
  display: flex;
  align-items: center;
  color: var(--color-info-dark);
  height: 3.7rem;
  gap: 1rem;
  position: relative;
  margin-left: 2rem;
  transition: all 0.3s ease;
}

```

```

aside .sidebar a span{
  font-size: 1.6rem;
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    transition: all 0.3s ease;
  }

  aside .sidebar a:last-child{
    position: absolute;
    bottom: 2rem;
    width: 100%;
  }

  aside .sidebar a:hover{
    color: var(--color-primary);
  }

  aside .sidebar a:hover span{
    margin-left: 0.6rem;
  }

  .right-section .nav button{
    display: none;
  }

```

```

/* Dashboard */
h1.head-name1{
  font-weight: 800;
  font-size: 1.8rem;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

position: relative;
left: 20px;
}

.main {
position: absolute;
top: 34px;
width: calc(100% - 260px);
left: 260px;
min-height: calc(100vh - 34px);
}

.cards {
padding: 30px 20px;
display: grid;
grid-template-columns: repeat(3, 1fr);
gap: 20px;
}

.cards .card {
padding: 20px;
display: flex;
align-items: center;
justify-content: space-between;
background: var(--color-white);
border-radius: 10px;
box-shadow: 0 7px 14px var(--color-light);
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

.number {
  font-size: 35px;
  font-weight: 500;
  color: var(--color-dark);
}

.main .cards .icon-box {
  position: relative;
  width: 92px;
  height: 92px;
  border-radius: 50%;
}

.main .cards svg {
  width: 7rem;
  height: 7rem;
}

.main .cards svg circle {
  fill: none;
  stroke-width: 10;
  stroke-linecap: round;
  transform: translate(5px, 5px);
}

.main .cards .card svg circle{
  stroke: var(--color-primary);
  stroke-dashoffset: -30;
  stroke-dasharray: 200;
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

.main .cards .card .icons {
  font-size: 35px;
  position: absolute;
  top: -3px;
  right: -25px;
  display: flex;
  align-items: center;
  height: 100%;
  width: 100%;
}

/* Chart */
.charts {
  display: grid;
  grid-template-columns: 2fr 1fr;
  gap: 20px;
  width: 100%;
  padding: 20px;
  padding-top: 0;
}

.chart {
  background: var(--color-white);
  border-radius: 10px;
  box-shadow: 0 7px 25px var(--color-light);
  padding: 20px;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
width: 100%;
}
```

```
/* analytic */
```

```
h1.head-name2{
```

```
font-weight: 800;
```

```
font-size: 1.8rem;
```

```
position: relative;
```

```
left: 20px;
```

```
bottom: 30px;
```

```
}
```

```
.main1 {
```

```
position: absolute;
```

```
top: 62px;
```

```
width: calc(100% - 280px);
```

```
left: 280px;
```

```
min-height: calc(100vh - 62px);
```

```
}
```

```
body.analytic{
```

```
min-height: 100vh;
```

```
background-color: var(--color-background);
```

```
display: flex;
```

```
justify-content: center;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

align-items: center;
}

main.table{
width: 82vw;
height: 80vh;
background-color: var(--color-white);
backdrop-filter: blur(10px);
box-shadow: 0 .4rem 1.5rem var(--color-light);
border-radius: 1rem;
overflow: hidden;
}

.table__header{
width: 100%;
height: 10%;
background: #dcdcdc;
padding: .8rem 1rem;
}

.table__body{
width: 95%;
max-height: calc(89% - .8rem);
background-color: #f5f5f5;
margin: .8rem auto;
border-radius: .6rem;
overflow: auto;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.table__body::-webkit-scrollbar{
  width: 0.5rem;
  height: 0.5rem;
}
```

```
.table__body::-webkit-scrollbar-thumb{
  border-radius: .5rem;
  background-color: #0004;
  visibility: hidden;
}
```

```
.table__body:hover::-webkit-scrollbar-thumb{
  visibility: visible;
}
```

```
table{
  width: 100%;
}
```

```
table, th, td {
  border-collapse: collapse;
  padding: 1rem;
  text-align: center;
}
```

```
thead th{
  position: sticky;
  top: 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

left: 0;
background-color: #d5d1defe;
}

tbody tr:nth-child(even){
background-color: #0000000b;
}

tbody tr:hover{
background-color: #eaeff9;
}

.card1 {
width: 82vw;
padding: 20px;
display: grid;
grid-template-columns: repeat(2, 1fr);
gap: 20px;
}

.card1 .card {
padding: 20px;
display: flex;
align-items: center;
justify-content: space-between;
background: var(--color-white);
border-radius: 10px;
box-shadow: 0 7px 14px var(--color-light);
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

.main1 .card1 .icon-box {
  position: relative;
  width: 92px;
  height: 92px;
  border-radius: 50%;
}

.main1 .card1 svg {
  width: 7rem;
  height: 7rem;
}

.main1 .card1 svg circle {
  fill: none;
  stroke-width: 10;
  stroke-linecap: round;
  transform: translate(5px, 5px);
}

.main1 .card1 .card svg circle {
  stroke: var(--color-primary);
  stroke-dashoffset: -30;
  stroke-dasharray: 200;
}

.main1 .card1 .card .icons {
  font-size: 35px;
  position: absolute;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

top: -3px;
right: -25px;
display: flex;
align-items: center;
height: 100%;
width: 100%;
}

.number1 {
font-size: 35px;
font-weight: 300;
color: var(--color-dark);
}

.card-name1{
font-weight: 600;
font-size: 25px;
}

/* device */

.main-controls {
padding: 30px 20px;
display: grid;
grid-template-columns: repeat(5, 1fr);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    gap: 20px;
  }

  #device-container {
    display: grid;
    grid-template-columns: repeat(4, 1fr); /* 4 cards per row */
    gap: 20px; /* Space between cards */
    padding: 20px;
  }

  #scan {
    display: flex;
    align-items: center;
    justify-content: center;
    background: var(--color-white);
    border-radius: 20px;
    box-shadow: 0 7px 14px var(--color-light);
    transition: background-color 0.3s ease, transform 0.3s ease, box-shadow 0.3s ease;
  }

  #scan:hover {
    background: #f0f0f0;
    transform: scale(1.05);
    box-shadow: 0 10px 20px rgba(0, 0, 0, 0.2);
  }

  #scan .icon{
    font-size: 150px;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

.main-controls #control {
  padding: 20px;
  display: flex;
  flex-direction: column;
  align-items: center;
  justify-content: space-between;
  background: var(--color-white);
  border-radius: 10px;
  box-shadow: 0 7px 14px var(--color-light);
}

.light-card {
  padding: 20px;
  display: flex;
  flex-direction: column;
  align-items: center;
  justify-content: space-between;
  width: 15vw;
  height: 25vh;
  background: var(--color-white);
  border-radius: 10px;
  box-shadow: 0 7px 14px var(--color-light);
}

.main-controls .light-card .icon{
  font-size: 50px;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

.slider {
    margin: 10px 0;
}
.switch {
    position: relative;
    display: inline-block;
    width: 40px;
    height: 20px;
}
.switch input {
    opacity: 0;
    width: 0;
    height: 0;
}
.slider-switch {
    position: absolute;
    cursor: pointer;
    top: 0;
    left: 0;
    right: 0;
    bottom: 0;
    background-color: #ccc;
    transition: 0.4s;
    border-radius: 20px;
}
.slider-switch:before {
    position: absolute;
    content: "";
    height: 12px;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

width: 12px;
left: 4px;
bottom: 4px;
background-color: white;
transition: 0.4s;
border-radius: 50%;
}
input:checked + .slider-switch {
background-color: #4caf50;
}
input:checked + .slider-switch:before {
transform: translateX(20px);
}
.disconnect-btn {
background-color: #d5d1defe;
padding: 5px 10px;
border-radius: 10px;
border: none;
cursor: pointer;
transition: background-color 0.3s ease;
}
.disconnect-btn:hover {
background-color: #c0bdc4;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/* log */

.main-log {
  margin-top: 20px;
  width: 76vw;
  height: 80vh;
  background-color: var(--color-white);
  backdrop-filter: blur(10px);
  box-shadow: 0 .4rem 1.5rem var(--color-light);
  border-radius: 1rem;
  overflow: hidden;
}

/* settins */

.container-set {
  flex: 1;
  padding: 20px;
}

/* Card */

.card-set {

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

background: var(--color-white);
border-radius: 12px;
box-shadow: 0 4px 8px var(--color-light);
padding: 20px;
margin-right: 50px;
transition: transform 0.3s ease, box-shadow 0.3s ease;
}

.card-set:hover {
  transform: scale(1.02);
  box-shadow: 0 6px 12px rgba(0, 0, 0, 0.2);
}

/* Row */
.row-set {
  display: flex;
  justify-content: space-between;
  align-items: center;
  padding: 12px 0;
  border-bottom: 1px solid #ddd;
}

.row-set:last-child {
  border-bottom: none;
}

/* Input Field */
.input-field {
  width: 60px;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

padding: 5px;
margin-left: auto;
font-size: 16px;
text-align: center;
border: 1px solid #ccc;
border-radius: 6px;
outline: none;
}

.input-field:focus {
border-color: var(--color-blue);
box-shadow: 0 0 5px rgba(0, 123, 255, 0.5);
}

/* Unit Text */
.unit {
font-size: 16px;
margin-left: 5px;
}

/* Select Field */
.select-field {
font-size: 16px;
padding: 5px;
border: 1px solid #ccc;
border-radius: 6px;
background: var(--color-white);
cursor: pointer;
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.select-field:focus {
  border-color: var(--color-blue);
  box-shadow: 0 0 5px rgba(0, 123, 255, 0.5);
}
```

```
/*media query*/
```

```
@media screen and (max-width: 1200px){
  .container{
    width: 95%;
    grid-template-columns: 7rem auto 23rem;
  }
}
```

```
aside .logo h2{
  display: none;
}
```

```
aside .sidebar h3{
  display: none;
}
```

```
aside .sidebar a{
  width: 5.6rem;
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

aside .sidebar a:last-child{
  position: relative;
  margin-top: 1.8rem;
}

.main {
  width: calc(100% - 160px);
  left: 160px;
}

.cards {
  grid-template-columns: repeat(2, 1fr);
}

.charts {
  grid-template-columns: 1fr;
}

#doughnut-chart {
  padding: 50px;
}

#doughnut {
  padding: 50px;
}

.main1 {
  width: calc(100% - 180px);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    left: 180px;
  }
}

@media screen and (max-width: 768px){
  .container{
    width: 100%;
    grid-template-columns: 1fr;
    padding: 0 var(--padding-1);
  }
  aside{
    position: fixed;
    background-color: var(--color-white);
    width: 15rem;
    z-index: 3;
    box-shadow: 1rem 3rem 4rem var(--color-light);
    height: 100vh;
    left: -100%;
    display: none;
    animation: showMenu 0.4s ease forwards;
  }

  @keyframes showMenu {
    to{
      left: 0;
    }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

aside .logo{
    margin-left: 1rem;
}
aside .logo h2{
    display: inline;
}
aside .sidebar h3{
    display: inline;
}
aside .sidebar a{
    width: 100%;
    height: 3.4rem;
}
aside .sidebar a:last-child{
    position: absolute;
    bottom: 5rem;
}
aside .toggle .close{
    position: relative;
    left: 7px;
    bottom: 20px;
    display: inline-block;
    cursor: pointer;
}

.right-section .nav{

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

position: fixed;
top: 0;
left: 0;
align-items: center;
background-color: var(--color-white);
padding: 0 var(--padding-1);
height: 4rem;
width: 100%;
z-index: 2;
box-shadow: 0 1rem 1rem var(--color-light);
margin: 0;
}

.right-section .nav button{
display: inline-block;
background-color: transparent;
cursor: pointer;
color: var(--color-dark);
position: absolute;
left: 1rem;
top: 1rem;
}

.right-section .nav button span{
font-size: 2rem;
}

.main {
width: calc(100% - 20px);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

left: 10px;
top: 100px;
}

.cards {
  grid-template-columns: 1fr;
}

.chart {
  width: 85vw;
}

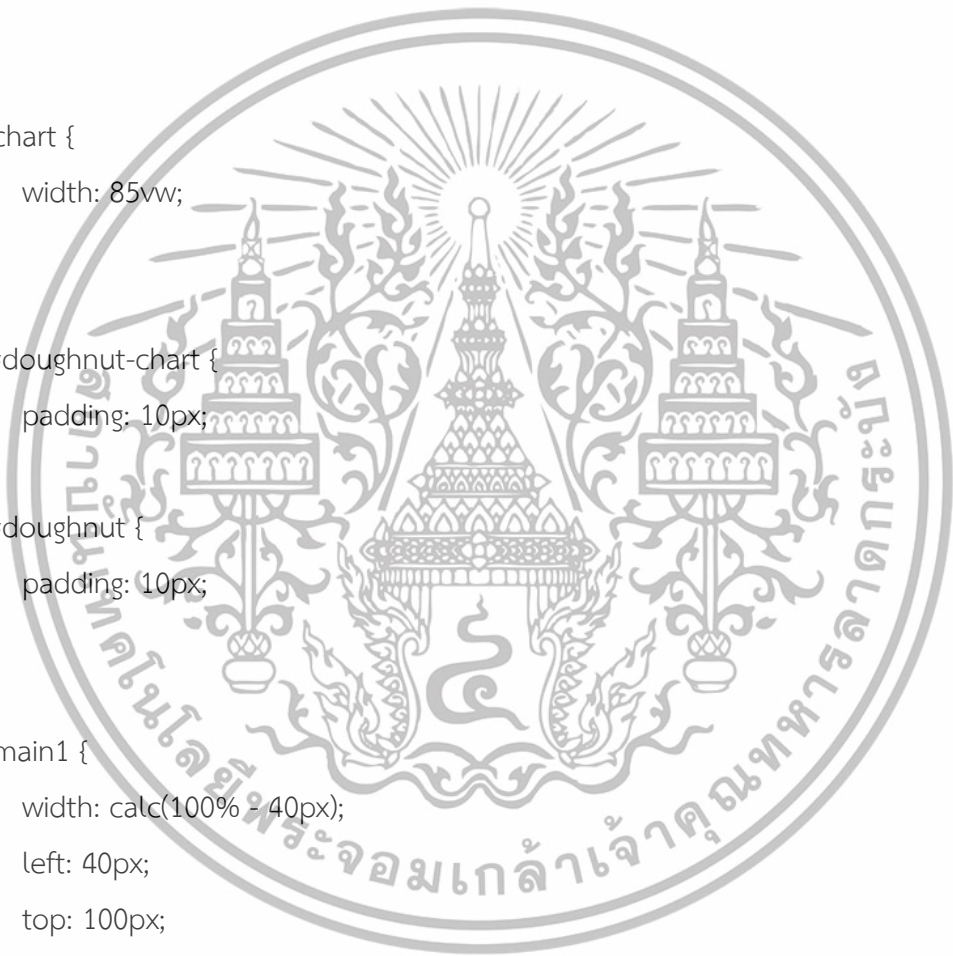
#doughnut-chart {
  padding: 10px;
}

#doughnut {
  padding: 10px;
}

.main1 {
  width: calc(100% - 40px);
  left: 40px;
  top: 100px;
}

h1{
  font-size: 1.2rem;
  font-weight: 600;
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

h1.head-name1{
  position: relative;
  left: 30px;
}

h1.head-name2{
  position: relative;
  left: 10px;
  bottom: 10px;
}

.card1{
  grid-template-columns: 1fr;
}

//-----//
Index page

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp"
rel="stylesheet">
  <link rel="stylesheet" href="style.css">

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<title>Web Control Lightbulb</title>
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>
</head>
<body>
  <div class="container">
    <!-- Sidebar -->
    <aside>
      <div class="toggle">
        <div class="logo">
          
          <h2>Web<span class="danger">Control</span></h2>
        </div>
        <div class="close" id="close-btn">
          <span class="material-icons-sharp">
            close
          </span>
        </div>
      </div>
      <div class="sidebar">
        <a href="#" id="dashboard-link">
          <span class="material-icons-sharp">
            dashboard
          </span>
          <h3>Dashboard</h3>
        </a>
        <a href="#" id="analytic-link">
          <span class="material-icons-sharp">
            insights

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</span>
<h3>Analytics</h3>
</a>
<a href="#" id="device-link">
  <span class="material-icons-sharp">
    devices
  </span>
  <h3>Devices</h3>
</a>
<a href="#" id="log-link">
  <span class="material-icons-sharp">
    manage_history
  </span>
  <h3>Activity</h3>
</a>
<a href="#" id="settings-link">
  <span class="material-icons-sharp">
    settings
  </span>
  <h3>Settings</h3>
</a>
<a href="#" id="logout-link">
  <span class="material-icons-sharp">
    logout
  </span>
  <h3>Logout</h3>
</a>
</div>
</aside>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<!-- End of sidebar ---->

<div class="right-section">
  <div class="nav">
    <button id="menu-btn">
      <span class="material-icons-sharp">
        menu
      </span>
    </button>
  </div>
</div>

<div id="content"></div>
<script src="http://localhost:3000/socket.io/socket.io.js"></script>
<script src="script2.js"></script>
</body>
</html>

```

```
//-----//
```

Open Server Code

```
// server.js
```

```
import express from 'express';
```

```
import http from 'http';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import { Server } from 'socket.io';
import path from 'path';
import { fileURLToPath } from 'url';
import pkg from 'pg';
import cors from 'cors';
import dotenv from 'dotenv';
import bcrypt from 'bcryptjs';

// โหลด environment variables
dotenv.config();

const connectedDevicesMap = new Map();

const app = express();
const port = process.env.PORT || 3000;
const server = http.createServer(app);
const io = new Server(server, {
  cors: { origin: '*' }
});

const { Pool } = pkg;
const __filename = fileURLToPath(import.meta.url);
const __dirname = path.dirname(__filename);

const pool = new Pool({
  user: process.env.DB_USER,
  host: process.env.DB_HOST,
  database: process.env.DB_NAME,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

password: process.env.DB_PASSWORD,
port: process.env.DB_PORT,
});

app.use(cors());
app.use(express.json());
app.use(express.static(path.join(__dirname, 'frontend')));

app.post('/api/insert-device', async (req, res) => {
  const { deviceName } = req.body;

  if (!deviceName) {
    return res.status(400).json({ error: 'Device name is required' });
  }

  try {
    // ตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์อยู่ใน Database หรือยัง
    const checkDevice = await pool.query(
      'SELECT * FROM devices WHERE LOWER(name) = LOWER($1)',
      [deviceName]
    );

    if (checkDevice.rowCount === 0) {
      // ถ้ายังไม่มีอุปกรณ์นี้ ให้ INSERT ค่าเริ่มต้น โดยไม่ต้องระบุ id (ให้ PostgreSQL จัดการ)
      await pool.query(

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INSERT INTO devices (name, status, online_time, current, thb, life_time,
ledbulb, electricity_rate)
VALUES ($1, false, 0, 0, 0, 3600000, 0, 0),
[deviceName]
);

```

```

console.log('✅ Inserted new device '${deviceName}' into database.');
```

```

} else {
  console.log('Device '${deviceName}' already exists. No need to insert.');
```

```

}

res.json({ success: true, message: 'Device '${deviceName}' processed
successfully.' });

} catch (error) {
  console.error('❌ Error inserting device: ', error);
  res.status(500).json({ error: 'Internal Server Error' });
}
});

```

```

// 💠 ดึงข้อมูลอุปกรณ์
app.get('/api/devices', async (req, res) => {
  try {
    const result = await pool.query('SELECT * FROM devices ORDER BY id ASC');
    const devices = result.rows.map(device => ({
      ...device
    }));
  }
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    res.status(200).json(devices);
  } catch (err) {
    console.error("✘ Error fetching devices:", err.message);
    res.status(500).send('Server Error');
  }
});

// ♦ อัปเดต `online_time` และลด `life_time` ทุกวินาที
setInterval(async () => {
  const now = Date.now();

  for (const [deviceName, startTime] of connectedDevicesMap.entries()) {
    try {
      const result = await pool.query('SELECT online_time, life_time FROM devices
WHERE LOWER(name) = LOWER($1)', [deviceName]);
      if (result.rowCount === 0) continue;

      let lifeTime = parseFloat(result.rows[0].life_time) || 0;
      let onlineTime = parseFloat(result.rows[0].online_time) || 0;

      // เพิ่มเวลาทุก ๆ วินาที
      onlineTime += 1; // เพิ่ม online_time ทีละ 1 วินาที
      lifeTime -= 1; // ลด life_time ทีละ 1 วินาที

      if (lifeTime < 0) lifeTime = 0; // ป้องกันค่าติดลบ

      // อัปเดต `online_time` และ `life_time` ในฐานข้อมูล

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
await pool.query(`UPDATE devices SET online_time = $1, life_time = $2
WHERE LOWER(name) = LOWER($3`,
```

```
[onlineTime, lifeTime, deviceName]);
```

```
// แสดงผลใน log โดยแสดงเวลาทั้งสองในหน่วยวินาที
```

```
console.log('✅ Updated ${deviceName}: online_time =
${onlineTime.toFixed(2)} s., life_time = ${lifeTime.toFixed(2)} s.');
```

```
} catch (err) {
```

```
console.error('❌ Error updating time for ${deviceName}:', err);
```

```
}
```

```
}
```

```
}, 1000); // ทำงานทุก 1 วินาที
```

```
// 💠 Reset 'online_time' เป็น 0 เมื่ออุปกรณ์ Disconnect
```

```
io.on('connection', (socket) => {
```

```
console.log('Client connected: ${socket.id}');
```

```
socket.on('device_connected', async (deviceName) => {
```

```
const normalizedDeviceName = deviceName.trim().toLowerCase();
```

```
if (!connectedDevicesMap.has(normalizedDeviceName)) {
```

```
connectedDevicesMap.set(normalizedDeviceName, Date.now());
```

```
console.log('🔗 Device Connected: ${normalizedDeviceName}');
```

```
}
```

```
});
```

```
socket.on('device_disconnected', async (deviceName) => {
```

```
const normalizedDeviceName = deviceName.trim().toLowerCase();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (connectedDevicesMap.has(normalizedDeviceName)) {
  connectedDevicesMap.delete(normalizedDeviceName);
  console.log('🔴 Device Disconnected: ${normalizedDeviceName}');

  try {
    // รีเซ็ต `online_time` เป็น 0
    await pool.query('UPDATE devices SET online_time = 0 WHERE
LOWER(name) = LOWER($1)', [normalizedDeviceName]);
    console.log('🔄 Reset online_time for ${normalizedDeviceName} to 0');
  } catch (err) {
    console.error('❌ Error resetting online_time for
${normalizedDeviceName};', err);
  }
};

socket.on('disconnect', () => {
  console.log('Client disconnected: ${socket.id}');
});
});

// 💠 อัปเดต `energy` และ `thb`

app.post('/api/update-electricity-rate', async (req, res) => {
  try {
    console.log("📄 Received Request Body:", req.body);

    const { rate } = req.body;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (isNaN(rate) || rate <= 0) {
  console.error(" ❌ Invalid rate value", { rate });
  return res.status(400).json({ error: "Invalid rate value" });
}

await pool.query(`UPDATE devices SET electricity_rate = $1`, [rate]);

console.log(` ✅ Electricity rate updated to ${rate} THB/kWh for all devices`);
res.status(200).json({ message: "Electricity rate updated for all devices" });
} catch (err) {
  console.error(" ❌ Error updating electricity rate:", err);
  res.status(500).json({ error: "Server Error" });
}
});

app.post('/api/update-ledbulb', async (req, res) => {
  try {
    const { deviceName, ledbulb } = req.body;
    if (!deviceName || isNaN(ledbulb)) {
      return res.status(400).json({ error: "Invalid input" });
    }

    await pool.query(`UPDATE devices SET ledbulb = $1 WHERE LOWER(name) =
LOWER($2)`, [ledbulb, deviceName]);

    console.log(` ✅ Updated ledbulb for ${deviceName} to ${ledbulb} W`);
    res.status(200).json({ message: "ledbulb updated" });
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

} catch (err) {
  console.error(" ❌ Error updating ledbulb:", err);
  res.status(500).json({ error: "Server Error" });
}
});

app.post('/api/update-energy', async (req, res) => {
  try {
    const { records } = req.body;

    if (!records || !Array.isArray(records) || records.length === 0) {
      console.error(" ❌ Invalid records data received:", records);
      return res.status(400).json({ error: "Invalid records data" });
    }

    console.log(" ✅ Received records for update:", records);
    let updatedDevices = [];

    let dashboardRecords = []; // เก็บข้อมูลที่ต้องการอัปเดตเข้า dashboard

    for (const record of records) {
      const { name, timeInSeconds } = record;
      if (!name || isNaN(timeInSeconds)) {
        console.warn(" ⚠️ Skipping invalid record:", record);
        continue;
      }
    }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

console.log(`🔄 Fetching data for device: ${name}`);
const result = await pool.query(
  `SELECT ledbulb, electricity_rate FROM devices WHERE LOWER(name) =
LOWER($1)`,
  [name]
);

if (result.rowCount === 0) {
  console.warn(`⚠️ No device found in database for: ${name}`);
  continue;
}

const esp = 1.00; // ตั้งค่า default
const ledbulb = parseFloat(result.rows[0].ledbulb) || 0.00;
const ratePerKWh = parseFloat(result.rows[0].electricity_rate) || 5.00;

console.log(`📊 Device ${name}: ledbulb=${ledbulb}, rate=${ratePerKWh}`);

const timeInHours = timeInSeconds / 3600;
const energyUsage = ((esp + ledbulb) * timeInHours) / 1000;
const cost = energyUsage * ratePerKWh;

console.log(`⚡ Calculated energy: ${energyUsage.toFixed(6)} kWh, Cost:
${cost.toFixed(2)} THB`);

await pool.query(
  `UPDATE devices SET current = current + $1, thb = thb + $2 WHERE
LOWER(name) = LOWER($3)`,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    [energyUsage, cost, name]
  );

  updatedDevices.push({ name, energyUsage, cost });

  // 📌 เพิ่มข้อมูลสำหรับอัปเดตเข้า dashboard
  const updatedAt = new Date().toISOString().split("T")[0]; // ใช้เฉพาะวันที่
  dashboardRecords.push({ name, energyUsage, cost, updatedAt });
}

if (dashboardRecords.length > 0) {
  // 💠 สร้าง SQL Query (ใช้ Batch Insert)
  const queryText = `
    INSERT INTO dashboard (name, current, thb, updated_at)
    VALUES ${dashboardRecords.map((_, i) => `${$${i} * 4 + 1}, $$${i} * 4 + 2}, $$${i}
    * 4 + 3}, $$${i} * 4 + 4}`.join(", ");
    ON CONFLICT (name, updated_at) DO UPDATE
    SET current = dashboard.current + EXCLUDED.current, thb =
    dashboard.thb + EXCLUDED.thb;
  `;

  // 💠 สร้างค่าพารามิเตอร์สำหรับ Query
  const queryParams = dashboardRecords.flatMap(({ name, energyUsage, cost,
  updatedAt }) => [name, energyUsage, cost, updatedAt]);

  // 💠 รัน Query
  await pool.query(queryText, queryParams);
  console.log("✅ Dashboard data inserted/updated successfully.");
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }

    res.status(200).json({
      message: "Energy data updated successfully",
      updatedDevices
    });

    console.log("✅ Energy data updated successfully for:", updatedDevices);
  } catch (err) {
    console.error("❌ Server Error while updating energy:", err);
    res.status(500).json({ error: "Server Error" });
  }
});

app.post('/api/save-device-status', async (req, res) => {
  const { deviceName, status } = req.body;

  try {
    // เพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล (ตัวอย่าง SQL Query)
    await pool.query(
      `UPDATE devices SET status = $1 WHERE LOWER(name) = LOWER($2)`,
      [status, deviceName]
    );

    res.status(200).json({ message: 'Status updated successfully' });
  } catch (error) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    console.error(error);
    res.status(500).json({ error: 'Failed to update status' });
  }
});

```

```

//  API สำหรับดึงข้อมูลการใช้ไฟฟ้า
app.get("/api/electricity-summary", async (req, res) => {
  try {
    const result = await pool.query(`
      SELECT SUM(current) AS total_usage, SUM(thb) AS total_cost FROM devices
    `);
    res.status(200).json({
      totalUsage: result.rows[0]?.total_usage || 0,
      totalCost: result.rows[0]?.total_cost || 0,
    });
  } catch (error) {
    console.error("  Error fetching electricity summary:", error);
    res.status(500).json({ error: "Internal Server Error" });
  }
});

```

```

// ตัวอย่าง API สำหรับดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL สำหรับ 7 วันล่าสุด
app.get('/api/dashboard-last-7-days', async (req, res) => {
  try {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// ดึงข้อมูล 7 วันล่าสุดจากฐานข้อมูล พร้อมรวม current ของทุกอุปกรณ์ในแต่ละวัน
const result = await pool.query(`
  SELECT DATE(updated_at) AS date, SUM(current) AS total_current
  FROM dashboard
  WHERE updated_at >= NOW() - INTERVAL '7 days'
  GROUP BY DATE(updated_at)
  ORDER BY DATE(updated_at) DESC
`);

// ดึงข้อมูล current ของแต่ละอุปกรณ์ในแต่ละวัน
const deviceResult = await pool.query(`
  SELECT DATE(updated_at) AS date, name, SUM(current) AS current
  FROM dashboard
  WHERE updated_at >= NOW() - INTERVAL '7 days'
  GROUP BY DATE(updated_at), name
  ORDER BY DATE(updated_at) DESC
`);

// ส่งข้อมูลทั้งหมดไปยัง frontend
res.json({
  summary: result.rows, // ข้อมูลรวมสำหรับกราฟแท่ง
  details: deviceResult.rows // ข้อมูลสำหรับกราฟโดนัท
});

} catch (error) {
  console.error('Error fetching dashboard data:', error);
  res.status(500).json({ error: 'Internal Server Error' });
}
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

app.post('/api/insert-log', async (req, res) => {
  try {
    const { date, time, message } = req.body;
    if (!date || !time || !message) {
      return res.status(400).json({ error: "Invalid data format" });
    }

    const queryText = `
      INSERT INTO logs (log_date, log_time, message)
      VALUES ($1, $2, $3);
    `;
    await pool.query(queryText, [date, time, message]);
    res.status(200).json({ message: 'Log inserted successfully' });
    console.log('✅ Log saved: ${date} ${time} - ${message}');
  } catch (error) {
    console.error("❌ Error inserting log:", error);
    res.status(500).json({ error: 'Internal server error' });
  }
});

app.get('/api/get-logs', async (req, res) => {
  try {
    const queryText = `
      SELECT
        TO_CHAR(log_date, 'DD Mon YYYY') AS log_date, -- แสดงเป็น 16 Feb 2024
        log_time,
        message
    `;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FROM logs
ORDER BY created_at DESC
LIMIT 20;
`;
const result = await pool.query(queryText);
res.status(200).json(result.rows);
} catch (error) {
  console.error("✘ Error fetching logs:", error);
  res.status(500).json({ error: 'Internal server error' });
}
});

async function createHashedPassword(plainPassword) {
  const salt = await bcrypt.genSalt(10);
  const hashedPassword = await bcrypt.hash(plainPassword, salt);
  console.log('Hashed Password:', hashedPassword);
  return hashedPassword;
}

// เรียกใช้ฟังก์ชันสร้างแฮช
createHashedPassword('Far0982');

app.post('/login', async (req, res) => {
  const { user_id, password } = req.body;

  try {
    // Check if user exists
    const result = await pool.query('SELECT * FROM users WHERE user_id = $1',
[user_id]);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (result.rows.length > 0) {
  // Compare the entered password with the hashed password in the database
  const user = result.rows[0];
  const isMatch = await bcrypt.compare(password, user.password); // Make
  sure user.password is hashed

  if (isMatch) {
    // Password is correct, login successful
    res.json({ success: true, message: 'Login successful' });
  } else {
    // Invalid password
    res.status(401).json({ success: false, message: 'Invalid credentials' });
  }
} else {
  // User not found
  res.status(404).json({ success: false, message: 'User not found' });
}
} catch (err) {
  console.error('Error during login:', err);
  res.status(500).json({ success: false, message: 'Server error' });
}
});

// Start server
server.listen(port, () => {
  console.log(`🚀 Server running on http://localhost:${port}`);
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้